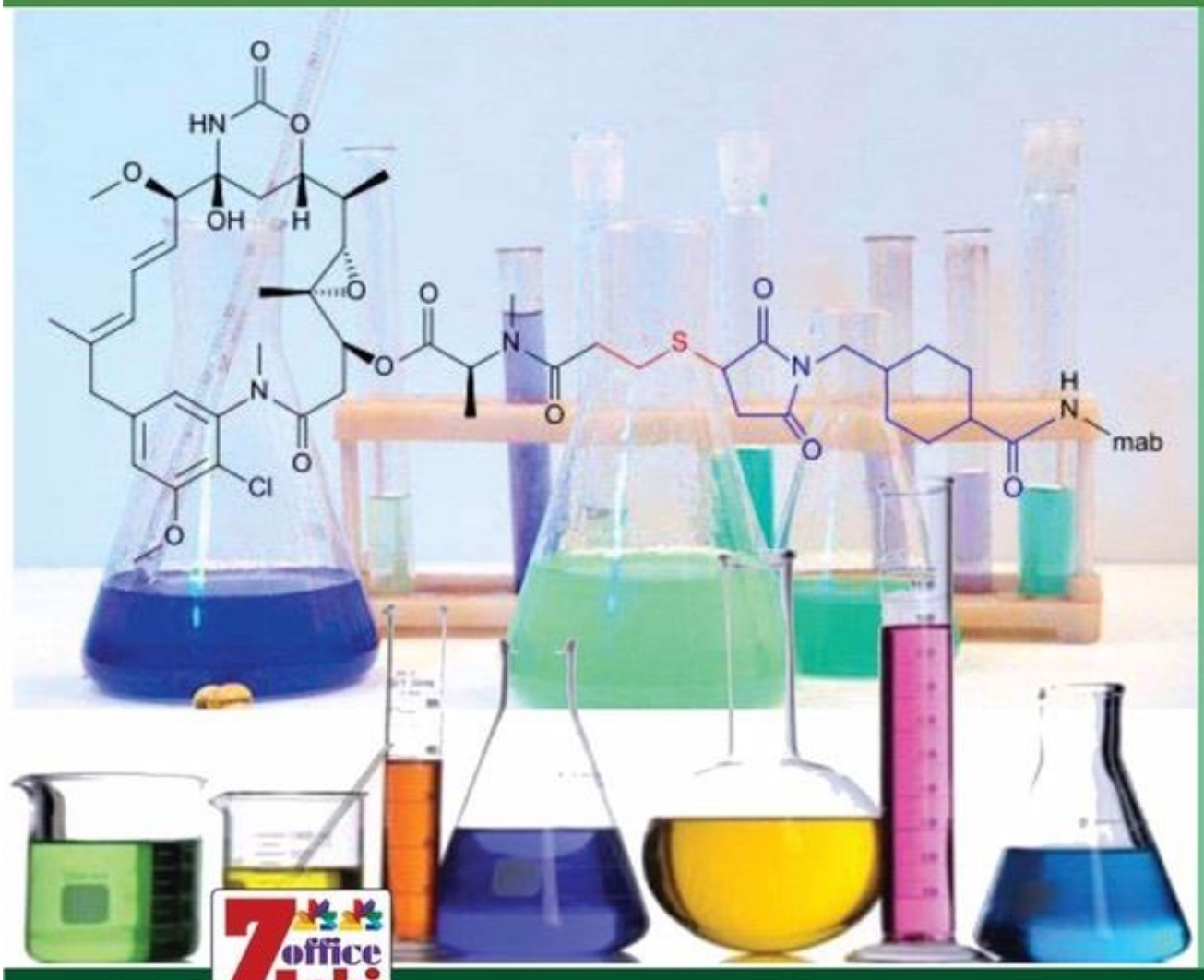
الكيمياء السريرية

اعداد
سيد محمد ابو زيد



Zoffice Zaki

الكيمياء السريريه

اعداد

سيد محمد أبوزيد

بسم الله الرحمن الرحيم

الطبعه الثامنه تشرين اللأول ٢٠١٩

رقم الايداع في دار الكتب والوثائق ببغداد (٢٧٨٣) لسنة ٢٠١٣

بسم الله الرحمن الرحيم

فأما الزبد فيذهب جفاء وأما ما ينفع الناس فيمكث في الأرض

صدق الله العظيم

قال رسول الله (ﷺ)
إذا مات ابن آدم انقطع عمله إلا من ثلاث
صدقة جاريه .... علم ينتفع به .... ولد صالح يدعو له
صدق رسول الله (ص)

تذكر القول دوم بأن لن يبقى

للمرء الا ما من خير قدمه

وأعلم بأن الزبد ابد لن يبقى

وما ينفع الناس يمكث دون مرتحل

الإهداء

الى روح ملهمتي الاولى والدتي رحمة الله عليها
الى روح معلمي الاول والدي رحمة الله عليه
الى زوجتي الحبيبه
الى ابنائي وبناتي الأعزاء
الى احفادي الاعزاء

(فاطمه و حسين واحمد وعلي وهيا وألين)

الى كل احفادي الذين لم يروا النور حين نشرهذا الكتاب
الى أخي واختي واولادهما
الى زملائي وزميلاتي
الى طلابي وطالباتي
الى كل من كان عونا وساعد في نشر هذا الكتاب
الى كل من كانت له في حياتي ذكرى ايا كان صداها

بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

المقدمه

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على اكرم خلق الله اجمعين سيدنا ونبينا محمد وعلى آله الطيبين الطاهرين

اما بعد

فبعون من الله وتوفيقه اكملت اعداد هذا الكتاب البسيط في موضوع الكيمياء السريريه واملي في الله كبير ان يكون عونا لمن يهتم بهذا الموضوع

وقد قمت خلال هذا الكتاب بتقسيمه الى اثنى عشر فصلا احتوى كل فصل على موضوع معين من مواضيع الكيمياء السريريه

وقد احتوي الفصل الاول والذي عنونته بعنوان مدخل على بعض المواضيع الخاصه ذات العلاقه بالكيمياء السريريه مثل موضوع النظام العالمي الموحد للتقييس والسيطره النوعيه وكذلك بعض موضوعات الكيمياء التحليليه كطرق القياس والتي لها دورا اساسيا في اجراء فحوصات الكيمياء السريريه بالاضافه لشرح مبسط لعدد من الاجهزه الهامه والتي تستخدم في مختبرات الكيمياء السريريه بصوره اساسيه وذلك حتى يمكن الاستفاده منه من قبل الاشخاص الذين لم يسبق لهم دراسة الكيمياء التحليليه

كما قمت بتذييل الكتاب بقسم كامل من الجداول والتي احتوت على بعض التعاريف المهمه في الكيمياء السريريه وكذلك قاموس مصغر لبعض المصطلحات العلميه ذات العلاقه وجدول للاوزان الذريه للعناصر المختلفه وكذلك جدول بالقيم الطبيعيه للمكونات الكيمياويه الحياتيه في دم الانسان

وارجو ان اكون قد وفقت في اعداد هذا الكتاب وان ينال رضا كل من يطلع عليه ..... والله الموفق

سيد محمد علي ابوزيد

بغداد – ٢٠١٣

محتويات الكتاب

الفصل الأول ---------- مدخل	
مقدمه	١١
المكونات الكيميائيه لجسم الانسان	١٢
التوحيد القياسي والنظام العالمي للوحدات	١٤
مدخل الى الكمياء التحليليه	١٦
المحاليل	١٦
انواع المحاليل	١٧
طرق التعبير عن تركيز المحلول	١٨
المحلول القياسي	٢١
المحلول المنظم (الدارئ)	٢١
الاس الهيدروجيني	٢٢
التركيز الهيدروجيني للدم	٢٣
انواع طرق التحليل	٢٤
التحليل الوصفي (النوعي)	٢٤
التحليل الكمي	٢٤
انواع طرق التحليل الكمي	٢٤
طرق التحليل الحجمي	٢٤
طرق التحليل الوزني	٢٧
طرق التحليل الآلي	٢٨
التحليل اللوني	٢٩
الاساس العلمي للتحليل اللوني	٣١
قانون بير - لامبرت	٣٢
اجهزة التحليل اللوني	٣٤
المطياف الضوئي	٣٤
منحنى الامتصاص الاعظم	٣٧
منحنى القياسي	٣٨
مطيافات الامتصاص والانبعاث	٣٩
المطياف اللهبي	٤١
مطياف الامتصاص الذري	٤٤

الفصل الثاني ---------- سوائل الجسم	
تعريف الكيمياء السريريه	٥٠
سوائل الجسم واهميتها في اجراء فحوصات الكيمياء السريريه	٥٠
الأدرار (البول)	٥٠
مقدمه تاريخيه	٥١
الفحص الفيزياوي للادرار	٥٤
الفحص الكيمياوي للادرار	٥٨
الفحص المجهري للادرار	٥٩
الدم	٦٠
مكونات الدم	٦٠
تجلط او تخثر الدم	٦٣
الاس الهيدروجيني للدم	٦٤
الكثافه النوعيه للدم	٦٤
لزوجة الدم	٦٥
موانع التخثر	٦٥

الفصل الثالث ---------- الشوارد (الالكتروليتات)	
الشوارد	٦٧
الصوديوم واهميته السريريه	٦٧
البوتاسيوم واهميته السريريه	٦٩
الكلورايد واهميته السريريه	٧٠
الكالسيوم واهميته السريريه	٧١
الفسفور واهميته السريريه	٧٣
الحديد واهميته السريريه	٧٥

الفصل الرابع ---------- المركبات الكربوهيدراتيه	
السكريات	٧٨
سكر الكلوكوز	٧٩
مستوى سكر الكلوكوز الطبيعي بالدم	٨٠
العوامل التي تساعد على الحفاظ على مستوى سكر الكلوكوز بالدم	٨١
الأهميه السريريه لسكر الكلوكوز	٨٢
تكون الكيتونات الدم Ketosis	٨٣
تحمض الدم Lactic acidosis	٨٣
العتبه الكليويه ومستوى سكر الكلوكوز بالبول	٨٤
تعاريف هامه	٨٦
اختبار مدى تحمل الكلوكوز Glucose Tolerance Test	٨٧

الفصل الخامس ---------- المركبات الدهنيه	
المركبات الدهنيه	٩٤
تصنيف الدهون	٩٥
الدهون المهدرجه	٩٦
الكوليستيرول	٩٨
الاهميه السريريه للكوليستيرول	١٠١
الدهنيات الثلاثيه	١٠٣

الفصل السادس ---------- البروتينات	
البروتينات	١٠٦
بنية البروتينات	١٠٦
تصنيف البروتينات في جسم الانسان	١٠٩
وظائف البروتينات	١١٠
الاهميه السريريه لبروتين مصل الدم الكلي	١١٠
التقنيات المستخدمه لفصل الانواع المختلفه لبروتينات الدم	١١١
الترحيل الكهربائي لبروتينات مصل الدم	١١٣

الفصل السابع --------- المركبات النيتروجينيه غير البروتينيه	
المركبات النيتروجينيه غير البروتينيه	١٢١
حامض اليوريك Uric acid	١٢١
الاهميه السريريه لحامض اليوريك	١٢٣
اليوريا (بولينا الدم) Urea	١٢٤
الاهميه السريريه لليوريا	١٢٤
الكرياتين Creatine	١٢٦
الاهميه السريريه للكرياتين	١٢٨
الكرياتينين Creatinine	١٢٨
الاهميه السريريه للكرياتينين	١٣٠
اختبار تصفية الكرياتينين creatinine clearance test	١٣١

الفصل الثامن ---------- اختبارات وظائف الكبد	
الكبد ووظائفه	١٣٣
العلامات السريريه لامراض الكبد	١٣٤
البليروبين Bilirubin	١٣٥
التكوين الحياتي ومصير البليروبين	١٣٥
اليرقان Jaundice	١٣٨
اختبارات وظائف الكبد المختبريه	١٤١

الفصل التاسع ---------- الانزيمات	
الانزيمات	١٤٤
تسمية وتصنيف الانزيمات	١٤٤
كيف يعمل الانزيم	١٤٥
الانزيمات ناقلة مجموعة الامين Transaminases	١٤٧
انزيم ال G.P.T (AlT)	١٤٨
الاهميه السريريه لانزيم GPT	١٤٨
انزيم G.O.T. (AsT)	١٤٩
الاهميه السريريه لانزيم GOT	١٤٩
انزيم الفوسفاتيز القاعدي Alkaline phosphatase	١٥١
الاهميه السريريه لانزيم الفوسفاتيز القاعدي	١٥٢
انزيم الفوسفاتيز الحامضي acid phosphatase	١٥٤
الاهميه السريريه لانزيم الفوسفاتيز الحامضي	١٥٥
انزيم الاميليز Amylase	١٥٦
الاهميه السريريه لانزيم الاميليز	١٥٨
انزيم اللايبيز Lipase	١٥٩
الاهميه السريريه لانزيم اللايبيز	١٦٠

الفصل العاشر ---------- الفيتامينات	
الفيتامينات	١٦٢
تصنيف الفيتامينات	١٦٣
فيتامين A	١٦٣
فيتامين D	١٦٥
فيتامين E	١٦٥
فيتامين K	١٦٦
فيتامين B المركب	١٦٨
فيتامين B1	١٦٨
فيتامين B2	١٧٠
فيتامين B3	١٧١
فيتامين B5	١٧٢
فيتامين B6	١٧٣
فيتامين B7	١٧٤
فيتامين B9	١٧٥
فيتامين B12	١٧٦
فيتامين C	١٧٧

الفصل الحادي عشر ---------- الهورمونات	
الهرمونات	١٨٠
الغدد الصماء	١٨٠
تقسيم الهرمونات	١٨٣
الغده النخاميه وهرموناتها	١٨٤
الغده الصنوبريه وهرموناتها	١٨٨
الغده الدرقيه وهرموناتها	١٨٩
الغده الجار درقيه	١٩٠
الغده الكظريه وهرموناتها	١٩١
غدة البنكرياس وهرموناتها	١٩٣
هرمونات مخاطية المعده والامعاء	١٩٤
هرمونات التكاثر	١٩٥
هرمونات الكليه	١٩٦

الفصل الحادي عشر ---------- مقدمه في تقنية ال PCR	
مقدمه وتعريف	١٩٨
الهدف من تقنية ال PCR	١٩٩
متطلبات تقنية ال PCR	١٩٩
عملية النسخ	٢٠٠
انواع ال PCR	٢٠٢
تطبيقات تقنية ال PCR في المجال الطبي	٢٠٢

الفصل الثاني عشر ---------- الجداول	
مصطلحات عامه	٢٠٥
تعاريف	٢١٤
جدول الاوزان الذريه النسبيه للعناصر	٢٢٣
جدول القيم الكبيعيه لمكونات الدم الكيمياويه	٢٢٦
المصادر	٢٣٧

الفصل الأول

مدخل

مقدمه

علم الكيمياء Chemistry

وهو العلم الذي يختص بدراسه المواد والمركبات الكيمياويه وصفاتها الفيزياويه وتفاعلاتها الكيميائيه وينقسم علم الكيمياء الى العديد من الفروع المختلفه من اهمها :

١) الكيمياء غير العضويه Inorganic chemistry
وهي الفرع من علم الكيمياء الذي يختص بدراسة المواد والمركبات غير العضويه وصفاتها وتفاعلاتها

٢) الكيمياء العضويه Organic chemistry
وهي الفرع من علم الكيمياء الذي يختص بدراسة المواد والمركبات العضويه (اي التي يدخل في تركيبها الاساسي عناصرالكربون والهيدروجين والاوكسيجين) وصفاتها وتفاعلاتها

٣) الكيمياء الحياتيه Biochemistry
وهي الفرع من علم الكيمياء الذي يختص بدراسة المواد والمركبات الكيميائيه الموجوده في جسم الكائن الحي مثل الانسان وصفاتها وتفاعلاتها وكيفية تكونها داخل جسم الكائن الحي سواء كانت تلك المواد عضويه او غير عضويه

٤) الكيمياء التحليليه Analytical chemistry
وهي الفرع من علم الكيمياء الذي يختص بدراسة طرق التحليل المختلفه والتي تستخدم لغرض الكشف عن انواع واحجام وتراكيز المواد والمركبات الكيمياويه في المواد المختلفه مثل دم الانسان

٥) الكيمياء السريريه Clinical chemistry
وهي الفرع من علم الكيمياء الذي يختص بدراسة المستويات الطبيعيه للمواد الكيمياويه الموجوده في جسم الكائن الحي والمتغيرات التي يمكن ان تحدث عليها في حالة المرض وطرق قياسها مختبريا لتشخيص الامراض المختلفه ذات العلاقه بهذه المركبات

ويعتبر فرع الكيمياء السريريه هو الموضوع الرئيسي المكون لكتابنا والذي سيتم دراسته تفصيليا

المكونات الكيميائيه لجسم الانسان
Chemical constituents of human being

يقول الله سبحانه وتعالى وهو أصدق القائلين في سورة المؤمنين منوهاً عن أصل المادة المكونة للإنسان عند خلقه :

"بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ ... ولقد خلقنا الإنسان من سلالة من طين " صدق الله العظيم

كما قال سبحانه وتعالى في سورة الرحمن

" بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ ... خلق الإنسان من صلصال كالفخار " صدق الله العظيم

فالإنسان مخلوق من الأرض ومعادنها وعناصرها المختلفة . فسبحان الله أحسن الخالقين .

ولقد عرف منذ زمن بعيد أن جسم الإنسان يتكون معظمه من الماء إذ تتراوح نسبة الماء في جسم الإنسان بين (٦٥ – ٩٠ %) حيث تكون أعلى نسبة (٩٠ %) عند الولادة ثم تبدأ تنخفض مع التقدم في العمر لتصل عند الوفاة إلى أدنى مستوياتها (٦٥ %) .

وعليه فإن معظم وزن الجسم راجع إلى عنصر الأكسجين (Oxygen (O2 حيث يمثل ٦٥ % من وزن الجسم . ثم يأتي بالمرتبة الثانية عنصر الكربون (Carbon (C والمكون لجميع المركبات العضوية حيث يمثل ١٨% من وزن الجسم .

٩٩ % من كتلة جسم الإنسان مكون من ستة عناصر رئيسية هي : الأكسجين والكربون والهيدروجين والنيتروجين والكالسيوم والفسفور

The important chemical composition in the normal human being

No	Composition	% of body weight
1	Oxygen	about 65%
2	Carbon	about 18%
3	Hydrogen	about 10%
4	Nitrogen	about 3%
5	Calcium	about 1.5%
6	Phosphorus	about 1%
7	Potassium	about 0.35%
8	Sulphur	about 0.25%
9	Sodium	about 0.15%
10	Chlorine	about 0.15%
11	Magnesium	about 0.05%
12	Iron	about 0.004%
13	Fluorine	about 0.004%
14	Silicon	very minute amount
15	Iodine	very minute amount
16	Manganese	found in small amounts
17	Copper	found in small amounts
18	Zinc	found in small amounts
19	Selenium	found in small amounts
20	Molybdenum	found in small amounts
21	cobalt	found in small amounts
22	Lithium	in trace amount
23	Aluminum	in trace amount
24	silicon	in trace amount
25	Lead	in trace amount
26	Strontium	in trace amount
27	Vanadium	in trace amount
28	Arsenic	in trace amount
29	Bromine	in trace amount

التوحيد القياسي والنظام العالمي للوحدات
International system unit (SI unit)

في السابق كانت وحدات القياس تختلف من مكان لمكان ومن مختبر لمختبر مما يؤدي الى عدم فهم وتقييم النتائج بين دول العالم المختلفه ومن اجل توحيد الوحدات والقياسات في كافة انحاء العالم ولسهولة فهم النتائج والقياسات من مكان لمكان فقد انشأت المنظمه العالميه للتقييس والسيطره النوعيه لتكون معنيه بتوحيد وحدات القياس والمستويات الطبيعيه وكذلك المواصفات القياسيه والمصطلحات العلميه والمختصرات وفي كافة فروع العلوم المختلفه وبين كافة انحاء العالم

ويطلق على وحدات القياس العالميه المصطلح (SI unit) والتي تعتمد الوحدات السبع الفيزيائيه الرئيسيه التاليه :

Physical quality	Name of SI unit	Symbol of SI unit
Length	meter	m
Mass	gram	g
Time	second	s
Electric current	Ampere	A
Thermodynamic temp.	Kevilin	K
Luminous intensity	Candela	Cd
Amount of substance	Mole	mol

وتشتق كافة الوحدات العالميه الاخرى المستخدمه في كافة المجالات العلميه من الوحدات الرئيسيه اعلاه وكمثال على ذلك :

١) وحدة المساحه (Area) هي مربع وحدة الطول اي متر مربع (m^2)
٢) وحدة الحجم (Volume) وهي عباره عن مكعب وحدة الطول (m^3)
علما بان كل واحد متر مكعب يساوي ١٠٠٠ لتر 1 cubic meter = 1000 liter
٣) وحدة التركيز (Concentration) وتساوي وحدة قياس كمية الماده (مول) لكل وحدة حجم (متر مكعب) ($mole/m^3$)
٤) وحدة قياس السرعه (Velocity) وهي عباره عن وحدة قياس الطول (متر) لكل وحدة قياس زمن (ثانيه) (m/s or ms^{-1})
٥) وحدة الكثافه (Mass density) وهي عباره عن وحدة قياس كتله (غرام) لكل وحدة قياس حجم (متر مكعب) (g/m^3)
وهكذا بالنسبه لباقي الوحدات العالميه المستخدمه في كافة المجالات العلميه

<u>ملاحظه هامه جدا</u>
يجب ان تكتب الرموز كما مبين بالجدول اعلاه اي سواء كان الحرف المستخدم small letter او capital letter

بمعني ان الغرام يكتب (g) ولا يجوز ان يكتب (G) لان ذلك مخالف لمبدأ التوحيد القياسي وهكذا بالنسبه لباقي الوحدات

مقدمات التوحيد القياسي (SI prefixes)

نظرا لكون القياسات التي تستعمل ربما تكون اكبر او اصغر من الوحده الرئيسيه المعروفه عالميا ولتجنب استخدام الارقام والتي ربما يحدث من جراء استحدامها الكثير من الاخطاء فقد اتفق على استعمال بعض المصطلحات الخاصه والتي توضع قبل الوحده الرئيسيه للدلاله عن القياس المراد ويطلق على هذه المصطلحات مقدمات التوحيد القياسي (SI prefixes) ويوضح الجدول التالي اهم هذه المقدمات القياسيه والقياس الذي تطلق عليه

Factor	Name	Symbol	Factor	Name	Symbol
10^{24}	Yotta	Y	10^{-24}	Yocto	y
10^{21}	Zeta	Z	10^{-21}	Zepto	z
10^{18}	Exa	E	10^{-18}	Atto	a
10^{15}	Peta	P	10^{-15}	Femto	f
10^{12}	Tera	T	10^{-12}	Pico	p
10^{9}	Giga	G	10^{-9}	Nano	n
10^{6}	Mega	M	10^{-6}	Micro	µ
10^{3}	Kilo	k	10^{-3}	Milli	m
10^{2}	Hector	h	10^{-2}	Centi	c
10^{1}	Deca	da	10^{-1}	Deci	d

ولتوضيح ذلك

١) فبدلا من كتابة ١٠٠٠ متر نعبر عن ذلك باستخدام المصطلح كيلومتر اي باضافة المقدمه كيلو والتي تعني الرقم (١٠٠٠)

$$1000\ m = 1\ km\ 1$$

٢) بدلا من كتابة $\frac{1}{1000}$ غرام او ($١٠^{-٣}$) غرام نكتب مللي غرام (mg)

$$\frac{1}{1000}\ g = 10^{-3}\ g = 1\ mg$$

الكيمياء التحليليه Analytical chemistry

وهي الفرع من علم الكيمياء الذي يختص بدراسة الطرق المختبريه المختلفه والتي تستخدم لتعريف وقياس المركبات الكيميائيه في مواضع وجودها (على سبيل المثال قياس مستوى سكر الكلوكوز في دم الانسان) او التعريف وقياس مكونات ماده كيميائيه معينه (مثل الكشف عن مكونات البول الكيميائيه وقياس مستويات كل ماده)
وتعتبر الكيمياء التحليليه من اهم فروع علم الكيمياء ولا تاتي اهميتها فقط بالنسبه للعاملين في مجال الكيمياء ولكن في كل مجالات العلوم المختلفه فالباحث العلمي في اي مجال من مجالات العلوم لايمكن اجراء بحثه دون الاستعانه بالكيمياء التحليليه كوسيله لاثبات صحة الافكار الجديده استنادا لما يحصل عليه من نتائج تحليلاته كما وان الصناعات الحديثه والكثير من امور حياتنا الحديثه تعتمد على قياسات الكيمياء التحليليه كقيمة الماده الخام المستعمله ومدى نقاوتها كما ان كافة المواد المنتجه صناعيا تباع وتشترى وفقا لمواصفات لاتحدد الا باستخدام علم الكيمياء التحليليه والصحه وسلامة وراحة المجتمع غالبا ما تتعلق بتحليل الماء والمواد الغذائيه باستخدام الكيمياء التحليليه ولا يستطيع الاطباء تشخيص الامراض دون الاستناد الى نتائج التحليلات المطلوبه لذلك والتي تجرى وفق طرق مستنبطه من الكيمياء التحليليه وهكذا فنجد ان الكيمياء التحليليه تقدم خدمات جليله في كافة نواحي الحياة

المحاليل Solutions

يعرف المحلول بأنه خليط متجانس من مادتين على الاقل مختلفتين لا تتفاعلان مع بعضهما كيميائيا ويمكن تغيير نسب مكوناتها ضمن حدود معينه
اما الأذابه فتعرف بأنها اختفاء ذرات (Atoms) او جزيئات (Molecules) أو ايونات (Ions) الماده المذابه (Solute) بين ذرات وجزيئات الماده المذيبه (Solvent)
وتتصف المحاليل عموما بالتوزيع المنظم لذرات او جزيئات او ايونات الماده المذابه في المذيب وبسهولة استعادة المذيب او المذاب من المحلول وسهولة فصلهما عن بعضهما بطرق بسيطه
ولا يقتصر المحلول على المواد الصلبه المذابه في السائل كما يمكن ان يتبادر لاذهاننا فقد يكون الطور النهائي للمحلول سائلا او غازا او صلبا كما موضح بالجدول التالي غير اننا سنقتصر في دراستنا لهذه المحاليل وفقا لمتطلبات منهاجنا على محاليل المواد الصلبه في السائل او تلك المكونه من السائل في السائل

المذاب	المذيب	مثال للمحلول الناتج
غاز	غاز	امتزاج غازات الاوكسيجين والنيتروجين وثاني اوكسيد الكربون وغيرها بالهواء
سائل	غاز	بخار الماء بالهواء
صلب	غاز	الغبار بالهواء
سائل	سائل	الكحول بالماء
صلب	سائل	ملح الطعام بالماء
غاز	سائل	غاز ثاني اوكسيد الكربون بالماء في مشروب الصودا
صلب	صلب	كما في السبائك النحاس مع الحديد
سائل	صلب	الزئبق في النحاس

انواع المحاليل

تقسم المحالبل الى عدة انواع ويكون تقسيمها وفقا لما يلي :

أ) انواع المحاليل بالنسبه لحجم ذرات او جزيئات او ايونات الماده المذابه في المحلول وتقسم الى ثلاثة انواع وهي :

١) المحاليل الحقيقيه (True solutions)

وهي المحاليل التي تتوزع فيها دقائق المذاب توزيعا متجانسا في انحاء السائل ولايمكن فصل الماده الصلبه المذابه بالترشيح او التركيد بفعل الجاذبيه كما لا يؤثر على شفافية السائل المذيب ولا يمكن مشاهدة دقائقه بالعين المجرده ولا تتسبب هذه الدقائق باي انتشار للضوء (Scattering) كمحلول كلوريد الصوديوم او السكر بالماء

٢) المحاليل العالقه (Suspended solutions)

وهي المحاليل التي تكون فيها دقائق المذاب عالقه في السائل المذيب بحيث يمكن رؤيتها بالعين المجرده او بالمجهر ويمكن فصل السائل عنها بالترشيح او التركيد ومثالها معلق الطين بالماء

٣) المحاليل الغرويه (Colloidal solutions)

وهي محاليل تتكون من مجاميع جزيئيه مشحونه بشحنه كهربائيه متماثله منتشره في السائل المذيب يتراوح قطرها بين (١ – ٢٠٠ مللي ميكرون) ولاتري بالمجهر الخارق ولا تنفصل بالتركيد ما لم تضاف اليها مواد كيمياويه تتسبب في ترسبها ويغلب ان تمر جزئيا على الاقل من ورق الترشيح

ب) انواع المحاليل بالنسبه لتركيز المذاب في حجم معين وبدلالة درجة الحراره وتقسم الى ثلاثة انواع وهي

١) المحاليل المشبعه (Saturated solutions)

وهي المحاليل التي ما يذوب فيها من المذاب في المحلول يساوي ما يترسب منه . اي ان المذاب يكون بتوازن حركي مع المحلول وعندها فان كمية المذاب المتبقيه في حجم المحلول الثابت في درجة حراره معينه تظل ثابته

٢) المحاليل غير المشبعه (Unsaturated solutions)

وهي المحاليل التي يكون لمذيبها القدره على اذابة كميه اخرى من الماده المذابه بتلك الدرجه الحراريه ولان تركيز المحلول اقل من تركيز المحلول المشبع لنفس الماده فبالتالي لايوجد توازن حركي بين المذاب والمذيب

٣) محاليل فوق الاشباع (Super saturated solutions)

محاليل تحتوي تركيزا اعلى من المحلول المشبع لنفس الماده المذابه ويحدث ذلك كنتيجه لامكانية المذيب على اذابة كميه اخرى من المذاب بعد رفع درجة حرارته ولايكون مثل هذا المحلول في حالة مستقره فلذلك فانه يميل لترسيب الكميه الزائده عن حد الاشباع الى ان تبلغ حالة التوازن الحركي وصولا الى المحلول المشبع

طرق التعبير عن تركيز المحلول

يعبر عن تركيز المحاليل باربعة طرق رئيسيه وهي :

١) التركيز المئوي Percent solution
٢) التركيز باجزاء التخفيف Part dilutions
٣) المحلول المولاري Molar solution
٤) المحلول العياري (النورمالي) Normal solution

أولا : التركيز المئوي (% solution) Percent solution

وتعد هذه الطريقه لتحضير المحاليل من اكثر الطرق استخداما وسهولة في التحضير وخاصة لتلك المواد ذات الاوزان الجزيئيه المجهوله والتي يلزم معرفتها لتحضير المحاليل بالطرق الاخرى وكما سنوردها لاحقا
وينقسم هذا النوع الى ثلاثة انواع وهي :

١) وزن في وزن (w/w) Weight per unit weight
وفي هذه الطريقه من تحضير المحاليل يتم وزن كل من المذاب والمذيب على ان يكون مجموع وزنيهما مساويا ١٠٠ واعتمادا على التركيز المطلوب فمثلا اذا اردنا ان نحضر محلول تركيزه ٢٥ % من ملح الطعام بطريقة وزن في وزن يتم وزن ٢٥ غم من ملح الطعام وتذاب في ٧٥ غم من الماده المذيبه
وفي مثل هذه الطريقه من التحضير ليس من الضروري ان يكون الحجم الكلي للمحلول مساويا ١٠٠ مل ولكن ربما يكون اقل او اكثر اعتمادا على الكثافه النوعيه للماده المذيبه ولكن من الضروري ان يكون مجموع الاوزان ١٠٠ غم

٢) وزن في حجم (w/v) weight per unit volume
وهي اكثر الطرق استخداما لتحضير المحاليل وفي هذه الطريقه يوزن من الماده المذابه مقدارا مساويا للتركيز المطلوب تحضيره ومن ثم يذاب قي كميه مناسبه من المحلول المذيب ثم يكمل الحجم باستخدام المحلول المذيب حتى يصبح الحجم الكلي مساويا ١٠٠ مللليلتر
مثال : لتحضير محلول من ملح الطعام تركيزه ٤٠% بطريقة وزن في حجم نزن ٤٠ غم من ملح الطعام ويذاب في كميه من الماء المقطر ثم نكمل الحجم حتى ١٠٠ مللى لتر بالماء المقطر
ملاحظه هامه : من الخطأ ان نذيب المذاب في ١٠٠ مللي لتر من المذيب

٣) حجم في حجم (v/v) volume per unit volume
وتستخدم هذه الطريقه عادة لتحضير التراكيز المختلفه من المواد السائله مثل الكحول ويجب ان تكون الماده التي سيتم التحضير منها ذات تركيز ١٠٠% وفي حالة المحاليل التي لها تركيز اقل من ١٠٠% فسوف تختلف طريقه التحضير
فاذا اردنا تحضير كحول بتركيز ٣٥% نأخذ ٣٥ مللي لتر من كحول تركيزه ١٠٠% ونضيف اليه ٦٥ مللي لتر من الماء المقطر بحيث يصبح المحلول الكلي حجمه ١٠٠ مللي لتر
اما في حالة التحضير من سائل تركيزه اقل من ١٠٠% فنتبع الخطوات التاليه
- اذا كان لدينا كحول تركيزه ٧٠% وطلب منا تحضير كحول تركيزه ٣٥%

- نأخذ ٣٥ مللي لتر من الكحول ذو تركيز ٧٠%
- نكمل الحجم حتى يصبح الحجم الكلي مساويا ٧٠ مللي لتر

ملاحظه هامه : لايمكن تحضير تركيز اعلى من سائل تركيزه اقل بمعنى لايمكن تحضير محلول تركيزه ٧٥% من سائل تركيزه ٧٠%

ثانيا : التركيز بالتخفيف الجزئى Part Dilution

في هذه الطريقه من تحضير المحاليل لا تستخدم القياسات العاديه مثل المللي لتر او التر في القياسات ولكن تستخدم الاجزاء التي يمكن قياسها بكوب مثلا او ملعقه او قطره او اي شئ اخر بشرط يكون قياسه دقيق ويعتبر كل قياس جزء ويكون المحلول النهائي معرفا بما يسمى وحدة التخفيف

مثال : فاذا اردنا ان نحضر محلول معامل تخفيفه ١ : ٥٠ مثلا يتم اخذ جزء من الماده المراد تحضيرها باي وحدة قياس ويضاف اليها ٤٩ جزء من الماده المذيبه

ومن الامثله المعروفه لاستخدام هذه الطريقه اختبار عد كريات الدم البيضاء مختبريا حيث تستخدم لذلك ماصه خاصه يكون بها تدريجين الاول يرقم بالرقم ١ والاخر يرقم بالرقم ٢٠ علما بان هذه الارقام لاتعبر عن قياس حقيقي وانما تعبر عن اجزاء فعند اجراء الاختبار يتم اخذ نموذج الدم حتى العلامه ١ ثم يكمل الحجم باستخدام سائل التخفيف حتى العلامه ٢٠ وبالتالى يكون معامل التخفيف ١ : ٢٠

وعادة ما تستخدم هذه الطريقه عند تحضير محاليل ذات تراكيز واطئه جدا مثل تحضير محلول تركيزه واحد بالمليون او تحضير المحاليل المعتمده على معامل التخفيف دون اهميه للتركيز كما هو الحال في فحوصات علم المناعه

ثالثا : المحلول ذو التركيز المولاري Molar solution

ويتم تحضير هذا النوع من المحاليل باذايه وزن يساوي الوزن الجزيئي (Molecular weight M.W.) للماده المراد تحضيرها (Solute) بالغرام في لتر واحد من المذيب (Solvent) وذلك لتحضير محلول تركيزه واحد مولاري (1 M)

ويساوي الوزن الجزيئي للماده مجموع الاوزان الذريه للعناصر المكونه للماده وكمثال على ذلك عند تحضير محلول ذو تركيز واحد مولاري من ملح الطعام (NaCl) يتم ذلك بحساب الوزن الجزيئي (M.W.) لكلوريد الصوديوم اولا والذي يساوي (58.454) ونقوم بوزن 58.454 غم من كلوريد الصوديوم ونقوم باذابتها في لتر واحد من المحلول المذيب (الماء المقطر) وبذلك نحصل على لتر واحد من محلول تركيزه واحد مولاري من كلوريد الصوديوم

رابعا : المحلول ذو التركيز النورمالى (العياري) Normal solution

ويتم تحضير هذا النوع من المحاليل باذايه وزن يساوي الوزن المكافئ (Equivalent weight) للماده المراد تحضيرها (Solute) بالغرام في لتر واحد من المذيب (Solvent) وذلك لتحضير محلول تركيزه واحد نورمالي (1 N)

ويعرف الوزن المكافئ (Eq. wt) للماده بانه عدد الوحدات من الماده التي تتحد مع او تحل محل وحده واحده من الهيدروجين أي الوزن الجزيئي (Atomic weight) للماده مقسوما على تكافؤ الماده(Valency)

1) **Eq.wt of element** = $\frac{\text{atomic wt of element}}{\text{valency}}$

Examples :

Eq.wt of sodium = $\frac{23}{1}$ = **23 gram equivalent**

Eq.wt of oxygen = $\frac{16}{2} = 8$ **gram equivalent**

2) **Eq. wt of acid** H_2SO_4 = $\frac{98.082}{2}$ = **49.041 gram equivalent**

3) **Eq.wt of Alkali** $Ca(OH)_2$ = $\frac{91.014}{2}$ = **45.55 gram equivalent**

4) **Eq.wt of salt is that weight of it which will neutralize the eq.wt of an acid**

Eq.wt of salt = $\frac{molecular\ wt}{number\ of\ cation\ per\ molecule}\ X\ valance\ of\ the\ cation$

Example **eq.wt of** Na_2SO_4 = $\frac{142.060}{2}$ X 1 = 71.030

Summary:

M (Molarity) = $\frac{wt\ of\ solute}{molecular\ wt}\ X\ \frac{1000}{volume\ of\ solution}$

N (Normality) = $\frac{wt\ of\ solute}{eq.wt}\ X\ \frac{1000}{volume\ of\ solution}$

المحلول القياسي Standard Solution :

وهو المحلول معلوم التركيز من الماده تحت الاختبار
ويجب ان تتوفر مواصفات معينه في المحلول القياسي وهي

١) ان يكون ذو تركيب كيميائي معروف ويسهل الحصول عليه بدرجة نقاوه عاليه (١٠٠%)
٢) ان تكون الماده غير متميهه (Non – hydroscopic)
٣) الا تكون قابله لاي تغير فيها اثناء عملية الوزن
٤) ان يكون وزنها المكافئ كبير حتى تصبح اخطاء الوزن في حدود الاهمال
٥) يجب ان تكون الماده سهلة الذوبان بالماء تحت الظروف التي تستعمل فيها
٦) يجب الا تتاثر بالضوء او درجات الحراره والغبار او المواد العضويه
٧) يجب ان يكون تفاعلها مع الماده المجهوله واضحا ومن التفاعلات التي تظهر نقطة التكافؤ (الانتهاء) بوضوح وان يتم التفاعل بسرعه وقوه وان يكون خطأ المعايره مما يمكن اهماله او يمكن حسابه بدقه

المحلول الدارئ (المنظم) Buffer Solution :

وهو عباره عن مركب او خليط من المحاليل يضاف للمحلول لغرض المحافظه على الأس الهيدروجيني للمحلول (pH) ويتصف المحلول الدارئ بقابليته على مقاومة التغير في الأس الهيدروجيني للمحلول المضاف اليه مهما اجريت عليه عمليات تخفيف او اضيف اليه احماض او قواعد قويه
وتعد المحاليل الدارئه من المحاليل ذات الاهميه الكبيره فى العديد من التفاعلات الكيميائيه والحياتيه والتي تستوجب اس هيدروجيني معين لاتمام التفاعل مثل عمل الانزيمات
ويتم تحضير المحاليل الدارئه من

١) اضافة حامض ضعيف (weak acid) لاحد املاح نفس الحامض او

٢) من اضافة قاعده ضعيفه (weak base) لاحد املاح نفس القاعده او

٣) قد يكون من الاملاح الحامضيه مثل (Potassium acid phthalate)

٤) بمعايرة حامض ضعيف مثل (Acetic acid) مع قاعده قويه مثل (Sodium hydroxide) حيث ان المحلول الناتج والمتكون من Acetate في محلول حامض الخليك (Acetic acid) الغير متعادل يعمل كمحلول دارئ

الأس الهيدروجيني (pH)

ويسمى ايضا الأس الحامضي او دليل الهيدروجين للمحلول وقد عرفه العالم سورنسن بأنه اللوغاريتم السالب للأساس (١٠) لتركيز ايون الهيدروجين في المحلول

$$pH = - \log_{10} [H^+] = \log_{10} 1 / [H^+]$$

كما يعرف ايضا بأنه اللوغاريتم السالب للأساس (١٠) لتركيز ايون الهيدروكسيد في المحلول

$$pOH = - \log_{10} [OH^-] = \log_{10} 1 / [OH^-]$$

يعتبر الماء المقطر هو المحلول الاكثر نقاوه بين كافة المحاليل المعروفه لعدم احتوائه على اي مواد او مركبات كما انه يعتبر غير موصل للتيار الكهربائي نظرا لعدم احتوائه على ايونات حيث ان تفكك جزيئاته يكون قليل جدا من الناحيه الفعليه ومن الناحيه النظريه يمكن ان نعتبر ان تفكك الماء المقطر يمكن ايضاحه بالمعادله ادناه

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

ومن المعادله السابقه يمكن ان نستنتج ان معامل التفكك بالنسبه للماء هو

$$K_w = [H^+][OH^-]$$

وقد ثبت عمليا بأن اللتر الواحد من الماء المقطر وعند درجة حراره ٢٥ درجه مئويه يحتوي تقريبا على

(1×10^{-7}) مول من كل من ايون الهيدروجين وايون الهيدروكسيد أي ان

$$K_w = 10^{-7} \times 10^{-7} = 10^{-14}$$

ومما سبق ومن حساب الاس الهيدروجيني للماء نجد انه يساوي

$$pH \text{ (pure water)} = - \log_{10} [H^+] = - \log_{10} 10^{-7} = \log_{10} 1 / 10^{-7} = 7.0$$

$$pOH \text{ (pure water)} = - \log_{10} [OH^-] = - \log_{10} 10^{-7} = \log_{10} 1 / 10^{-7} = 7.0$$

أي ان pH للماء المقطر النقي يساوي (7) ويسمى هذا الرقم لل pH بالمتعادل

فاذا ما اضيف محلول حامضي للماء المقطر نجد ان تركيز ايون الهيدروجين يرتفع بالمحلول حتى يصل الى اعلى حد بينما ينخفض تركيز ايون الهيدروكسيد وفي حالة اضافة محلول قاعدي نجد الارتفاع يحدث في تركيز ايون الهيدروكسيد حتى يصل الى اعلى حد بينما يحدث انخفاضا في تركيز ايون الهيدروجين بالمحلول وبناء على ذلك

- في المحاليل الحامضيه نجد ان pH المحلول سينخفض عن الرقم (7) وسيتراوح مابين الصفر الى مادون (7)
- في المحاليل القاعديه نجد ان pH المحلول سيرتفع عن الرقم (7) وسيصل حتى الرقم (14)
- ومن ذلك نتبين بأن قيم الاس الهيدروجيني بصوره عامه تتراوح بين صفر وحتى (14)

التركيز الهيدروجيني للدم (pH of Blood) :

يعتبر قياس ال pH للدم واحدا من اهم فحوصات المختبرات السريريه حيث تكون قيمة ال pH

- **في الدم الوريدي (7.45 – 7.35)**
- **في الدم الشرياني (7.43 – 7.33)**

وعندما تكون قيمة ال pH في الدم الوريدي او الدم الشرياني اقل من مستوياتها الطبيعيه يحدث للمريض ما يسمى بحالة الحماض (Acidosis) اما في حالة ارتفاعها عن مستوياتها الطبيعيه فيحدث للمريض ما يسمى بحالة القلاء (Alkalosis) ويعتبر كلا الحالتين من الحالات الخطره جدا والتي قد تؤدي للوفاة نظرا لكون اي منهما قد يتسبب في وقف معظم العمليات الحيويه داخل الجسم

ويحتوي دم الانسان على عدد كبير من المحاليل المنظمه (Buffer solutions) والتي تعمل على ثبات pH الدم عند مستوياته الطبيعيه حيث تحتوي بلازما الدم على مركبات الفوسفات (Phosphate) والبروتينات وحامض الكاربونيك وبيكربونات الصوديوم والتي تعمل كمحاليل منظمه بينما تحتوي كريات الدم الحمراء على مركبات الفوسفات والكربونات والتي تعمل كمحاليل منظمه ايضا اضافة الى الهيموكلوبين (Hemoglobin) والذي يعمل ايضا كمحلول منظم ويوضح الجدول التالي بعض المحاليل المنظمه الموجوه بالدم

بلازما الدم	كريات الدم الحمراء
Na – Protein	$KHbO_2$
H – Protein	$HHbO_2$
Na_2HPO_4	K_2HPO_4
NaH_2PO_4	$K\,H_2PO_4$
$NaHCO_3$	$KHCO_3$
H_2CO_3	H_2CO_3

مصطلحات عامه General Terms :

Solute **: is any substance that dissolves in a liquid.**

Solvent : **is any liquid in which solute dissolves.**

Solution: **is a homogeneous mixture composed of only one phase in which a solute is desolved in another substance , known as a solvent**

Or **…… is the solvent after solute dissolving in it**

Standard solution

Is the solution with known concentration from the substance under test or the reagent of exact composition.

أنواع طرق التحليل Types of Analysis

هناك طرق عديده تستخدم في الكيمياء التحليليه وتقسم هذه الطرق الي أربعة انواع رئيسيه وهي :

١) التحليل النوعي او الوصفي Qualitative Analysis
٢) التحليل الكمي Quantitative Analysis
٣) التحليل بالفصل separation method of analysis
٤) التحليل الآلي Instrumental Analysis

أولا : التحليل الوصفي او النوعي Qualitative Analysis :

وهو مجموعه من العمليات التي يتركز فيها اهتمام المحلل على كشف وتمييز مكونات او عناصر الماده المحلله او خليط من المواد سواء كانت في حالة صلبه او في محلول مذيب معين
ويعبر عن نتائج التحليل النوعي بكلمات او اسماء او رموز تدل على الاشياء الموجوده (مثل وجود سكر الكلوكوز في عينة بول او وجود عنصر الحديد في دواء معين) كما يستخدم في الكثير من الاحيان مصطلح ايجابي (Positive) او سلبي (Negative) للدلاله على وجود الماده المبحوث عنها في المركب من عدمه (كالتعبير عن وجود الالبومين بالبول باستحدام المصطلح ايجابي لوجود الالبومين او استخدام المصطلح سلبي للدلاله على عدم وجود الالبومين في عينة البول)
ومما سبق نتبين ان كمية الماده التي نقوم بالكشف عنها في النموذج تحت الاختبار لا تشكل اي اهميه ومن ذلك اتت تسمية هذا النوع من طرق التحليل بالتحليل النوعي او الوصفي اي نتعرف من خلاله على انواع او وصف لمكونات الماده تحت الاختبار دون الحاجه لمعرفة كمياتها .

ثانيا : التحليل الكمي Quantitative Analysis :

وبواسطته يتم تحديد الكميه المطلقه او النسبه لأحد مكونات المركب او الخليط او العناصر الداخله في تركيبه . ويعبر عن النتائج التي تستحصل من التحليل الكمي بالأرقام مع تحديد الوحدات التي تمثل هذه الارقام
ويظهر واضحا بان التحليل الكمي قد يسبقه في بعض الاحيان اجراء تحليل نوعي للتاكد من وجود الماده المراد تحليلها كميا في المركب الكيميائي او الخليط الا اذا كان وجودها معروف مسبقا
وكمثال على ذلك عند تقدير مستوى سكر الكلوكوز بالدم لانحتاج الى اجراء تحليل نوعي اولا لكون سكر الكلوكوز معروف انه موجود ضمن مكونات الدم بالحالات الطبيعيه بينما اذا اردنا قياس مستواه في البول فيجب اجراء تحليل نوعي اولا للتاكد من وجوده في عينة البول لكون انه غير موجود بالبول في الحالات الطبيعيه

انواع طرق التحليل الكمي Types of quantitative analysis :

توجد طرق عديده من التحليل الكمي وسوف نتطرق فقط لاهم هذه الطرق والتي يتم استخدامها في مجال الكيمياء السريريه

١) طرق التحليل الحجمي Volumetric analysis :

ويستخدم في هذه النوع من التحليل طرق غير مباشره لتعيين كميات المواد او بعض مكوناتها وتنقسم الى عدة طرق من اهمها :

طريقة التسحيح او المعايره (Titration) :

وتتضمن الطريقه استخدام محاليل مائيه للمواد ذات تراكيز معلومه وقياس الحجم اللازم للتفاعل مع حجم معين من محلول الماده المجهوله حتى الوصول الى نقطه معينه تسمى نقطة انتهاء التفاعل (Endpoint) أو نقطة التكافؤ (Equivalent point) والتي قد يتطلب الكشف عنها استعمال بعض الدلائل (Indicators) التي يحدث بها تغير حاد في اللون او العكره او التغير في لون المحلول القياسي مثل برمنكنات البوتاسيوم

ويسمى المحلول معلوم التركيز بالمحلول القياسي (Standard solution) والذي يعرف بأنه ذلك المحلول الذي يحتوي على وزن معين من الماده المذابه في حجم معين من المحلول المذيب

كما تسمى عملية اضافة المحلول القياسي والذي يسمى ايضا بالمسحح (Titrant) من الانبوبه المدرجه المسماة بالسحاحه (Burette) الى حجم معين من محلول المادة المجهوله التركيز في دورق التسحيح حتى يتم التفاعل بعملية التسحيح (Titration)

ومن خلال تعيين حجم المحلول القياسي وحجم المحلول المجهول وبالاستعانه بقوانين التكافؤ الكيميائي يمكن تعيين وزن الماده المجهوله او النسب الوزنيه لمكوناتها بطرق مباشره او غير مباشره وحسب الاختبار المستعمل

وتعتبر طريقة التسحيح من اكثر طرق التحليل الكمي استخداما وذلك لسرعتها وحساسيتها وسهولة اجراء حساباتها

شروط التفاعلات في التحليل الحجمي :

يشترط في التفاعلات الكيميائيه المستخدمه في التحليل الحجمي ان تستوفي الشروط التاليه :

أ) يجب ان يحدث التفاعل ويجرى بسرعه كبيره وفي بعض الاحيان تضاف بعض العوامل المساعده على زيادة سرعة التفاعل والتي تسمي الحفاز (Catalyst)

ب) يجب ان يكون التفاعل بسيط ويعبر عنه بمعادله كيميائيه متكافئه Equivalent proportion ولايكون هناك اي تفاعل كيميائي جانبي يحدث بين الدليل والماده المجهوله

ت) يجب ان يكون للتفاعل نقطة انتهاء واضحه في حالة عدم استخدام الدلائل (كظهور عكوره او راسب على سبيل المثال) او يكون هناك دليل متوفر يظهر هذه النقطه بشكل متميز نتيجة تغير لونه

ث) ان يستمر التفاعل الى نهايته

أنواع التفاعلات المستخدمه في التحليل الحجمي :

١) تفاعلات التعادل (Neutralization reaction) وهي تفاعلات تستخدم
أ) لقياس الحموضه (Acidimetry)
ب) لقياس القاعديه (Alkalimetry)

٢) تفاعلات الترسيب (Precipitation reactions)
وهي تفاعلات يعتمد انتهاء التفاعل فيها على تمام ترسيب الماده

٣) تفاعلات الاكسده والاختزال (Oxidation – Reduction reactions)
تتضمن هذه التفاعلات اتحادا بين ايونات المواد المتفاعله مصحوبا بتغير تكافؤاتها او انتقال الالكترونات والمحلول القياس في مثل هذه التفاعلات اما ان يكون عاملا مؤكسدا (Oxidizing agent) او عاملا مختزلا (Reducing agent)

تعاريف هامه :

Reduction : is the process which results in the gains of one or more electrons by atoms or ions

Oxidation : is the process which results in the losses of one or more electrons by atoms or ions

Oxidizing agent : is one that gains electrons and is reduced to a lower valiancy condition

Reducing agent : is one that losses electrons and is oxidized to a high valiancy condition

٢) طرق التحليل الوزني أو التحليل بقياس الأوزان Gravimetric analysis :
ويتم في هذه الطرق تقدير اوزان المواد او احد مكوناتها ب

أ) طريقه مباشره (Direct method) .....
حيث يتم ترسيب الماده المراد قياسها باستخدام عدد من التفاعلات الكيميائيه ومن ثم قياس وزنها وبصوره مباشره

ب) طريقه غير مباشره (Indirect method) .....
حيث يتم حساب وزن الماده المجهوله بصوره غير مباشره عن طريق ترسيب ماده مكافئه وحساب وزنها او عن طريق تحديد مقدار الخساره بالوزن الناتجه عن خاصية قابلية العينه للتطاير (Volatilization)

وتعتبر طرق التحليل الوزني ذات نتائج اكثر دقه من التحليل الحجمي ومع ذلك لايتم استخدامها بصوره كبيره وذلك لكونها تحتاج الى وقت طويل لتقديم النتائج وهو وقت لا يتناسب وبشكل خاص في

التحليلات المرضيه وكذلك عمليات السيطره الكيمياويه على العمليات الصناعيه والتي تتطلب السرعه في اجراء عملية التحليل

ثالثا : طرائق التحليل بالفصل Separation methods of analysis :

وتستخدم للتحليل الكمي للمركبات الحاويه على عدد من المكونات الكيمياويه ويراد حساب ومعرفة كل مكوناتها مثل بروتينات الدم وتوجد عدة طرق من هذا النوع من التحليل من اهمها :

١) طريقة الفصل بالتجزئه باستخدام المذيبات الملحيه (salt or solvent fractionation) وتعتمد على ذوبان المكونات في محلول ملحي معين بينما المكونات الاخري تترسب في نفس المذيب وكمثال على ذلك فصل بروتينات الدم المسماة بالالبومين عن تلك المسماة بالكلوبيولين باستخدام محلول ملحي يذيب الالبومين بينما يرسب الكلوبيولين في نفس الوقت مما يسهل عملية فصلهما وقياس كل منهما على حده

٢) الفصل باستخدام النبذ (الطرد المركزي) فائق السرعه (Ultracentrifugation)

٣) الفصل باستخدام الترحيل الكهربائي (Electrophoresis)

٤) الفصل باستخدام تقنية الكروماتوغرافي (Chromatography)
يعتمد هذا النوع من التحليل على اختلاف المواد بعضها عن بعض في ميلها للأمتزاز أو التجزئة أو التبادل خلال سطح مغلف بمذيب مناسب أو خلال مادة كيميائية ومن ثم يمكن أن تنفصل تلك المواد

وتنقسم طرق التحليل الكروماتوجرافي إلى:
أ) كروماتوجرافيا الادمصاص
ويقصد به التحليل الكروماتوجرافي عن طريق الأدمصاص على السطح

ب) كروماتوجرافيا التبادل الأيوني
ويقصد به التحليل الكروماتوجرافي عن طريق تبادل الأيونات بين مادة التقدير وبين أيونات السطح الذي يحدث عملية التبادل وهي مادة كيميائية راتنجية

ت) كروماتوجرافيا التجزئة
ويقصد به التحليل الكروماتوجرافي عن طريق الفصل التجزيئي لمخلوط من عدة مواد وتنقسم هذه الطريقة إلى كروماتوجرافيا العمود بالتجزئة ويتم فيها التحليل على عمود معبأ بمادة معينة

ث) كروماتوجرافيا الطبقة الرقيقة
وفيه يتم التحليل الكروماتوجرافي بالادمصاص أو التوزيع على ألواح زجاجية تنثر عليها مادة مسامية يجرى عليها الفصل والتحليل

ج) كروماتوجرافيا الغاز
ويتضمن هذا التحليل الكروماتوجرافي باستخدام غاز ناقل يقوم بحمل أبخرة المواد المحللة فيتم ايصال أبخرة هذه المواد تبعًا لدرجات غليانها أي تظهر أولا المواد ذات درجات الغليان المنخفضة يتبعها المواد ذات درجات الغليان العالية وتخرج هذه الأبخرة لتنضم إلى الغاز الناقل ومن ثم يمكن فصل هذه المواد عن بعضها وتعينها ويمكن أيضًا بطريقة كروماتوجرافيا الغاز إجراء التقدير الكمي لهذه المواد المنفصلة.

رابعا : طرائق التحليل الآلي (Instrumental methods of analysis) :

وتعتمد هذه الطرائق على قياس بعض الصفات ذات العلاقه المباشره مع تركيز الماده المراد تحليلها كميا و تستخدم في قياساتها اجهزه حديثه متطوره خاصه وذلك اعتمادا على بعض من خواصها الفيزيائية أو الكيميائية مثل الكثافة واللون ومعامل الإنكسار والتوصيلة الكهربائية والتغيرلت الحرارية والكهربائية

١) الصفات شبيهة الضوء للمواد مثل :

أ) قياس الخواص الامتصاصيه والانبعاثيه للاشعاعات المختلفه على امتداد الاطوال الموجيه المرئيه وغير المرئيه والتي منها
- **طيف الانبعاث (Emission spectroscopy)**
- **طيف الامتصاص (Absorption spectroscopy)**
- **مطياف الكتله (Mass spectroscopy)**

ويمكن بهذه الطريقة قياس النسبة بين شحنة كتلة أيونات مختلفة ناتجة من تكسير جزيئات كبيرة ومنه يمكن إيجاد الوزن الجزيئي والتركيز.

ب) قياس الاشعاعات المنبعثه (Emitted Radiation) من العينه كالأشعاع الطبيعي والإصطناعي والتنشيط النيوتروني

ت) دوران الضوء المستقطب (Polarized light) الذي يسببه النموذج

ث) التحليل بقياس انكسار الضوء
يقاس معامل الانكسار الذي يقوم بتعيين التركيب الكيميائي للخليط

ج) التحليل اللوني (Colorimetric analysis) والتي سيتم دراستها تفصيليا ويستخدم فيها اجهزه خاصه تسمى باجهزة التحليل اللوني (Colorimeters)
ح) التوصيل الحراري
وفيه يقاس التوصيل الحراري ويستدل منه على تركيب المادة

٢) التحليلات الكهربائيه (Electro analysis) ومنها

أ) قياس التغير في معامل التوصيل الكهربائي لمحلول النموذج بطريقة التوصيل الكهربائي (Conductivity)
ب) تحديد فرق الجهد لقطب في توازن مع النموذج بطريقة التحليل بفرق الجهد الكهربائي (Potentiometery)

التحليل اللوني
Colorimetric analysis

وهو نوع من انواع التحاليل الكميه والذي يستخدم بصورة اساسيه في مختبرات الكيمياء السريريه وذلك لحساب تركيز المكونات الكيميائيه المختلفه مثل الكلوكوز واليوريا وغيرها في العينات المأخوذه من المريض مثل عينات الدم والبول وسوائل الجسم المختلفه .
ويعتمد هذا النوع من التحاليل على قياس كمية امتصاص الضوء بطول موجي معين خلال العينه السائله والتي يجب ان تكون شفافه رائقه وكذلك ملونه اما طبيعيا او يتم تلوينها وذلك باجراء سلسله من التفاعلات الكيميائية المناسبه لطبيعة الفحص وبشرط ان يكون اللون الناتج من التفاعل ناتجا عن تفاعل الماده المراد قياسها ومعبرا عنها .

ولفهم هذا النوع من التحاليل الكميه بصوره افضل يجب التطرق لبعض الموضوعات ذات العلاقه بهذا الموضوع :

الضوء Light

وهو اصطلاح يطلق على الموجات الكهرومغناطيسيه (Electromagnetic radiation) والتي يرمز لها بالمختصر EMR والتي يكون طولها الموجي بين ٢٠٠ – ٢٠٠٠ نانوميتر (nm) علما بان النانوميتر هي وحدة قياس طول

$$1\ nm = 10^{-9}\ meter = \frac{1}{1000000000}\ meter$$

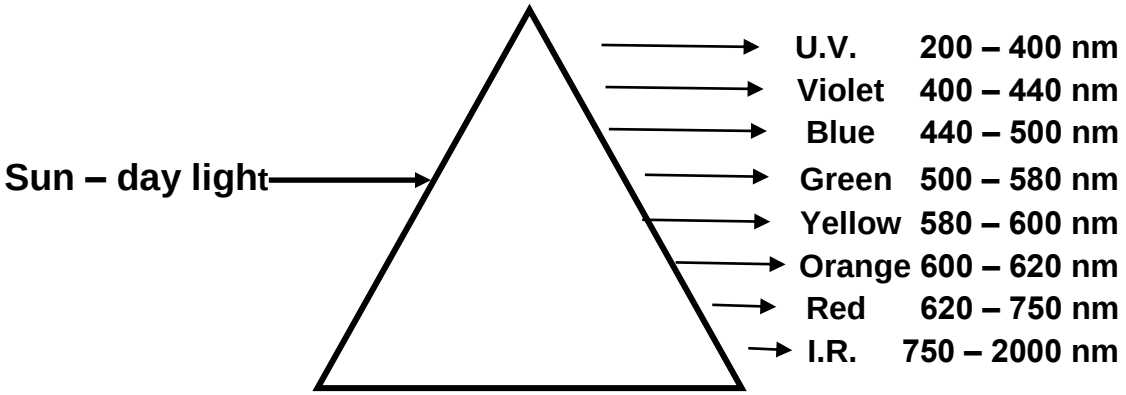
ويقسم الاشعاع الكهرومغناطيسي المسمى بالضوء اي الذي اطواله الموجيه ما بين ٢٠٠ نانوميتر وحتى ٢٠٠٠ نانوميتر الى ثلاث اجزاء رئيسيه وهي :

١) **الاشعه فوق البنفسجيه Ultra violet**
وتكون اطوالها الموجيه مابين ٢٠٠ – ٤٠٠ نانوميتر ولا يمكن رؤيتها بالعين البشريه أي تكون غير مرئيه (Invisible)

٢) **الضوء المرئي Visible light**
وهو الضوء الذي يرى بالعين البشريه وتنحصر اطواله الموجيه بين ٤٠٠ – ٧٥٠ نانوميتر وهو الضوء الذي يحتوي كافة الالوان المعروفه للعين البشريه

٣) **الاشعه تحت الحمراء Infra red**
وهو مدى الضوء الذي تكون اطواله الموجيه مابين ٧٥٠ – ٢٠٠٠ نانوميتر وهذا النوع ايضا لايرى بالعين البشريه اي غير مرئي

ويمكن تحليل الضوء الساقط من ضوء الشمس او من مصباح وذلك باستخدام موشور prism الى مكوناته المختلفه

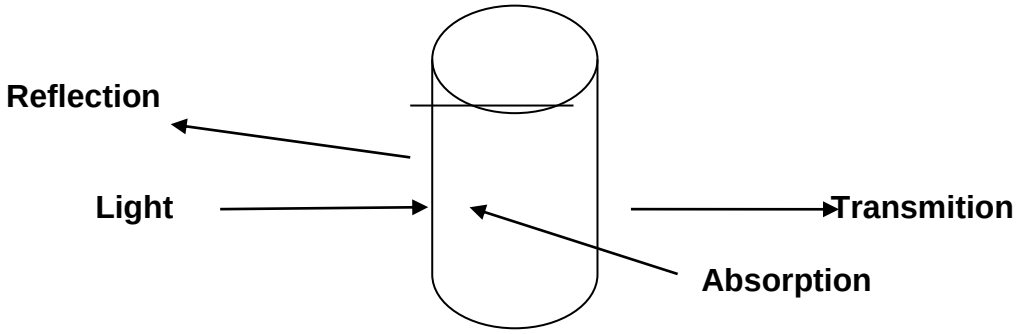


والجدول التالي يوضح مكونات الضوء المختلفه واطوالها الموجيه

اللون الملحوظ	اسم المنطقه	الاصطلاح	الطول الموجي
لا يشاهد	فوق البنفسجيه	Ultra violet U.V.	200 – 400 nm
البنفسجي	المرئيه	Visible	400 – 440 nm
الأزرق	المرئيه	Visible	440 – 500 nm
الأخضر	المرئيه	Visible	500 – 580 nm
الأصفر	المرئيه	Visible	580 – 600 nm
البرتقالي	المرئيه	Visible	600 – 620 nm
الأحمر	المرئيه	Visible	620 – 750 nm
لا يشاهد	تحت الحمراء	Infra red I.R.	750 – 2000 nm

الأساس العلمي للتحليل اللوني Principle of colorimetric analysis

قام العالم بير Beer بوضع الاساس العلمي الذي اعتمد عليه فيما بعد التحليل اللوني عندما وجد ان الاطوال الموجيه للضوء لها طاقة تختلف حسب اختلاف نوعها
كما وجد العالم Beer ان المحاليل الملونه لها القدره على امتصاص جزء من هذه الطاقه وتقوم بعكس جزء آخر منها اعتمادا على الجزيئات الموجوده بها وتسمح للجزء الباقي بالنفاذ من خلالها.



وقد وجد العالم بير انه في حالة كون هذا المحلول الملون رائقا وشفافا (Clear) أي يحتوي على اقل كميه ممكنه من الشوائب فان كمية الضوء المنعكسه يمكن اعتبارها صفرا اي انه يحدث للضوء الساقط امتصاص جزء منه ونفوذ الجزء المتبقي
وخلال التجارب التي قام بها العالم بير وجد انه كلما زاد تركيز المحلول الملون تزداد كمية الطاقه الضوئيه الممتصه خلاله بالاضافه الى ازدياد كمية الطاقه الضوئيه الممتصه بزيادة سمك او عمق المحلول الذي يسير الضوء خلاله ومما سبق استنتج العالم بير قانونه المعروف باسمه والذي يعتبر الاساس العلمي للتحليل اللوني وينص قانون بير على :

في المحاليل الرائقه الملونه امتصاص الضوء ذو طول موجي معين يتناسب تناسبا طرديا مع تركيز المحلول والمسافه التي يقطعها الضوء خلال هذا المحلول

Beer's Law

In clear colored solution the absorbance of light with specific wave length id direct proportional with the concentration of the solution and the distance through which light travel through the solution.

ومن خلال منطوق قانون بير السابق نجد ان قانون بير لا ينطبق الا على المحاليل ذات المواصفات التاليه:

١) يجب ان تكون الماده تحت الاختبار سائله solution أي ان التحليل اللوني لا يمكن استخدامه مع المواد الصلبه او الغازيه

٢) يجب ان يكون المحلول ملونا colored solution

٣) يجب ان يكون المحلول رائقا وشفافا وخاليا من اي شوائب او عكوره cleared solution
ويمكن صياغة منطوق قانون بير رياضيا كالتالي :

A α cb or

A = cba

Where ,

A = the absorbed light

c = concentration of solution

b = distance of solution through which light travels

a = Absorptivity constant ثابت التفاعل او ثابت الامتصاصيه

ويعتمد ثابت الامتصاصيه على الظروف المصاحبه لاجراء الاختبار

Beer – Lambert's law قانون بير – لامبرت

مقدمه :

بعد ان استنتج بير قانونه السابق A=cba وجد ان هذا القانون يحتوي على مجهولين وهما تركيز المحلول تحت الاختبار (c) وكذلك ثابت الامتصاصيه (a) ولذلك لم يتمكن بير من الحصول على اي نتيجه من استخدام قانونه

قام العالم لامبرت Lambert بحل هذه المشكله وذلك من خلال استخدامه لمحلول قياسي معلوم التركيز Standard solution وقياس الامتصاص خلاله ومن ثم احتساب قيمة ثابت الامتصاصيه

ويمكن تعريف المحلول القياسي بأنه المحلول الذي يكون معلوم التركيز من الماده تحت الأختبار

Standard solution (المحلول القياسي) :

Solution with known concentration from the substance under test.

وبعد ان توصل علماء الرياضيات الى طريقة لحل المعادلات الانيه ذات المجهولين تمكن العالم لامبرت من استنباط القانون المسمى باسمه اضافة الى اسم العالم بير مستنبط القانون الاساسي

$A_T = c_T\, b_T a_T$ 1

$A_s = c_s\, b_s\, a_s$ 2

$$\frac{AT}{As} = \frac{cT\ bTaT}{cs\ bs\ as}$$

Where,

A_T = Absorbance through test solution
A_s = Absorbance through standard solution
c_T = concentration of test solution
c_s = concentration of standard solution
b_T = the distance through which light travels in test solution
b_s = the distance through which light travels in standard solution
a_T = Absorptivity constant with test
a_s = Absorptivity constant with standard

وفي حالة وضع كل من المحلول تحت الاختبار والمحلول القياسي في وعاء ثابت المواصفات فان المسافه التي سيقطعها الضوء خلال المحلولين ستكون ثابته
اي

$$b_T = b_S$$

وعند اجراء الاختبار لقياس الامتصاص خلال المحلول القياسي والمحلول تحت الاختبار تحت نفس ظروف التفاعل فان :

$$a_T = a_S$$

وبناء على ذلك يكون القانون النهائي على الشكل التالي :

$$\frac{AT}{As} = \frac{cT}{cs}$$

$$C_T = \frac{AT}{As} \text{ X } c_s$$

Concentration of test = $\frac{Absorbance\ through\ test\ solution}{Absorbance\ through\ standard\ solution}$ **X Concentration of standard**

ويسمى القانون السابق بقانون بير لامبرت Beer – Lambert's law وهو القانون الذي يستخدم بصوره مطلقه في كافة اختبارات الكيمياء السريريه التي تستخدم فيها طريقة التحليل اللوني لغرض القياس

أجهزة التحليل اللوني Photometers or Colorimeters

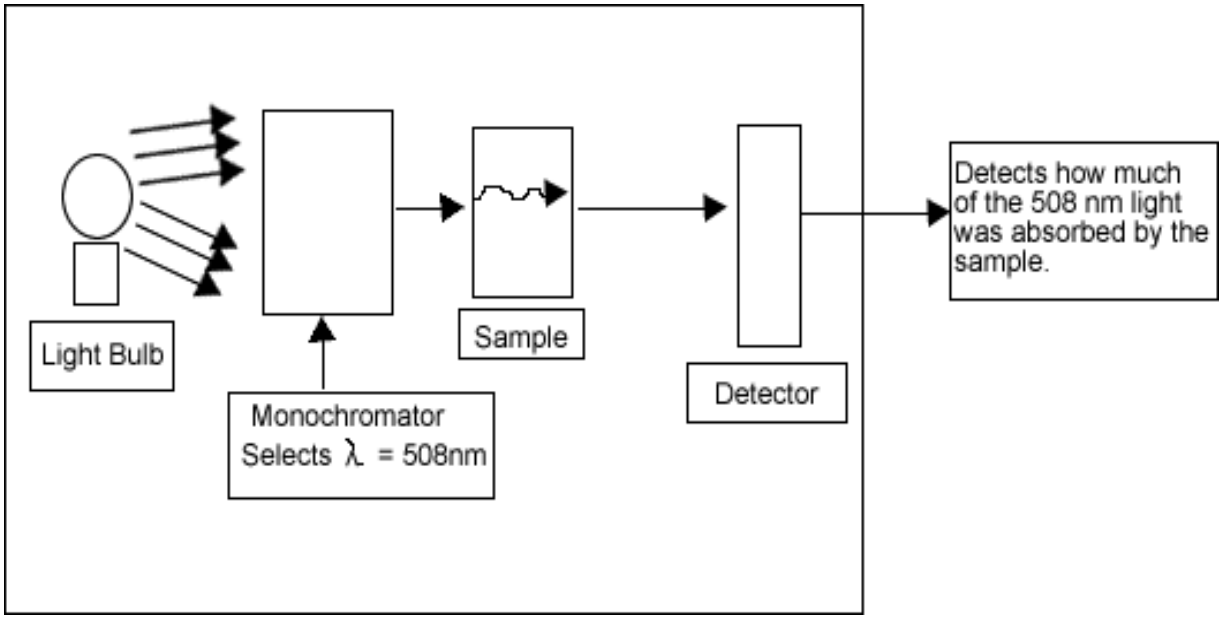
يستخدم التحليل اللوني اجهزه خاصه تسمى باجهزة المضواء (colorimeter) اوالفوتوميتر (photometer) وذلك لحساب كمية الطاقة الضوئيه الممتصه خلال المحلول الملون من اجل حساب تركيزها باستخدام قانون بير لامبرت

ولاستخدام اجهزة التحليل اللوني وقانون بير لامبرت بصوره صحيحه هناك شروط معينه يجب الالتزام بها عند اجراء الاختبار وهي:

١) يجب ان يكون المحلول المقاس ملونا حتى يحدث خلاله الامتصاص والنفوذ
٢) يجب ان تكون المحاليل المستخدمه واطئة التركيز حتى لايكون الامتصاص عاليا مما يعيق قدرة الجهاز على حسابه وفي حالة المحاليل عالية التركيز يخفف المحلول الى نسب معينه ويحسب عامل التخفيف
٣) يجب ان يكون المحلول رائقا وخاليا من اي شوائب او عكره
٤) يفضل استخدام جهاز قادر على توليد حزمه ضوئيه احادية اللون (monochromatic) لضمان الحصول على نتائج جيده

المطياف الضوئي (المضواء) Photometer

وهو عباره عن جهاز التحليل اللوني الذي له القدره على انتقاء حزمه ضوئيه مناسبه واسقاطها على المحلول الملون الشفاف الرائق ليحدث امتصاص لجزء من طاقتها الضوئيه خلاله لحساب تركيز هذا المحلول



ويتكون جهاز المطياف الضوئي او المضواء من الاجزاء الرئيسيه التاليه

١) مصدر ضوئي Light source

وهو عباره عن مصباح ضوئي يكون له القدره على توليد طاقه ضوئيه تحتوي على كافة الأطوال الموجيه للضوء ويوجد العديد من هذه المصابيح من اهمها

- **a) Tungsten lamp, give light with wave length in visible range**
- **b) Hydrogen lamp, give light with wave length in u.v. range**
- **c) Halogen lamp, give light with wave length in visible range with narrow range of u.v.**
- **d) Deuterium lamp, give light with wave length in u.v. range**

٢) مختار الطول الموجي wave length selector

وهو الجزء المسئول عن السماح لحزمه ضوئيه او طول موجي معين بالعبور الى المحلول وعدم السماح لباقي الحزم الضوئيه الغير مرغوب بها ومنها

a) المرشحات Filters

وهي عباره عن قطع زجاجيه ملونه ذات تركيب خاص تسمح بمرور حزمه ضوئيه معينه من خلالها ولا تسمح لباقي الحزم بالمرور وتحتوي كل حزمه ضوئيه على ٤٠ طول موجي في وقت واحد ويستخدم المرشح مع اجهزة المضواء البسيطه والقديمه والتي تسمى المضواء اللوني colorimeters

b) مولد الطاقة الضوئيه احادية اللون Monochromator

ويقوم بتحليل الضوء الى طيف احادي اللون monochromatic اي ذو طول موجي وحيد ينفذ من خلال شق طولي يسمى slit ويستخدم هذا النوع مع اجهزة التحليل اللوني الحديثه والمتطوره والتي تسمى بالسبكتروفوتوميتر spectrophotometer ومن مولدات الطاقه الضوئيه احادية اللون المواشير prism والمحززات الطيفيه diffraction grating

٣) المركن cuvet

وهو الاناء الذي يوضع فيه المحلول الملون تحت الاختبار وكذلك المحلول القياسي للسماح بالضوء الساقط بالعبور من خلاله حتى يحدث الامتصاص خلال المحلول ويصنع من زجاج خاص او من الكوارتز وذلك لتجنب حدوث اي انكسار لشعاع الضوء الساقط والمار من خلاله

٤) خليه كهروضوئيه Photocell

وهي عباره عن خليه كهروضوئيه لها القدره على تحويل الطاقه الضوئيه للضوء النافذ خلال المحلول الملون الى طاقة كهربائيه يمكن قياسها باستخدام مقياس للتيار الكهربائي

٥) القارئ Read out device

وهو عباره عن جهاز له القدره على تحسس التيار الكهربائي الناتج من الخليه الكهروضوئي وفي ابسط صوره يكون على هيئة ابره مغناطيسيه تنحرف عند مرور التيار الكهربائي في مجالها

المغناطيسي كما في حالة ال galvanometer وعادة ما يكون القارئ على هيئة مؤشر analog او يكون رقمي digital كما هو موجود في الاجهزة الحديثه

ويتم صنع القارئ محتويا على نوعين من القياسات وهي :

a) النسبه المئويه للضوء النافذ T%

وتكون على هيئه قياس يبدأ من (0%) وحتى (100%) ويتم تحديد ذلك كالتالي:

- **عدم السماح للضوء بالمرور وذلك بحجب الضوء ومن ثم تعتبر هذه القراءه (0%)**
- **السماح بالضوء بالنفوذ بحده الاقصى وذلك باستخدام محلول خالي من اي تركيز مثل الماء المقطر وتعتبر النسبه (100%)**
- **تقسم المسافه بين (0%) و (100%) بالتساوي الى مائة جزء**

b) الامتصاصيه Absorption

وتحسب وفق قانون رياضي يحدد العلاقه بين الامتصاصيه والنفوذيه الآتي :

$$A = - \log T$$

وحيث ان الضوء من الاشياء الغير ملموسه والتي لا يمكن قياسها الا باستخدام قوانين النسبيه أي على هيئة نسيه مئويه فلذلك فان القانون السابق يجب ان يتم تعديله وكما يلي :

$$A = - \left(\log \frac{T\%}{100} \right)$$

$$A = - (\log T\% - \log 100)$$

$$A = \log 100 - \log T\%$$

$$A = 2 - \log T\%$$

ومن خلال القانون السابق يمكن حساب الامتصاصيه (A) المرادفه للنسب المئويه للنفوذيه T% ومن صفر% وحتى ١٠٠%

فعند النفوذبه صفر % تكون الامتصاصيه مساويه ٢ وحسب تطبيق المعادله كما ياتي :

$$A = 2 - \log 0$$

$$A = 2 - 0 = 2$$

وعند النفوذيه ١٠٠% تكون الامتصاصيه مساويه صفرا وكما يلي

$$A = 2 - \log 100$$

$$A = 2 - 2 = 0$$

أي ان الامتصاصيه (A) تكون محصوره بين الرقم صفر والحد الأعلى ٢

اختيار الموجه الضوئيه المناسبه لاجراء الأختبار

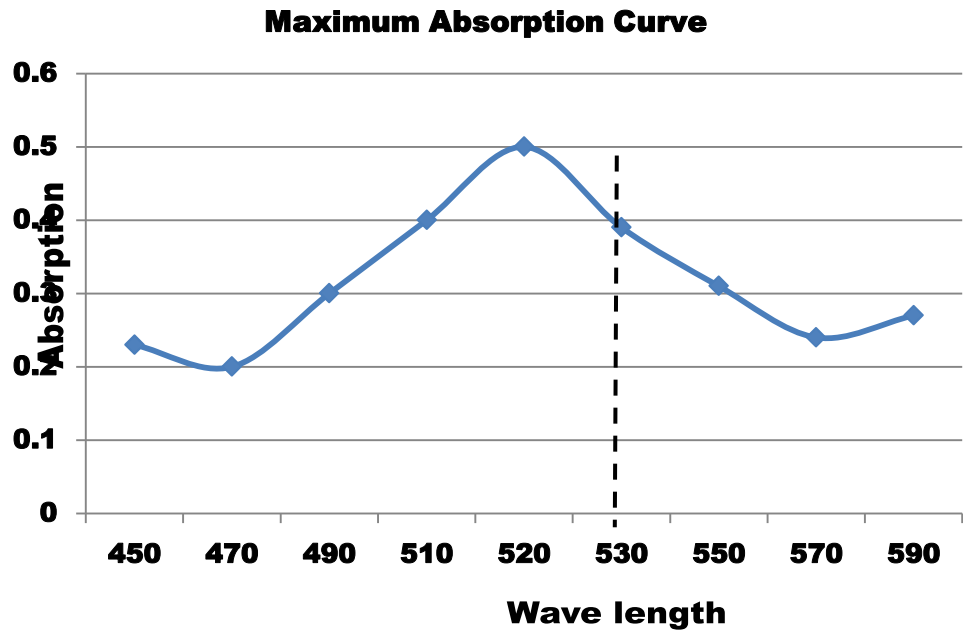
منحنى الامتصاص الأعظم Maximum absorption curve

قبل استخدام اجهزة الفوتوميتر لحساب الامتصاصيه خلال المحلول الملون تحت الأختبار يجب اختيار الطول الموجي المناسب لهذا المحلول أي الطول الموجي المتطابق لهذا المحلول ومن اجل ذلك يجب ان نقوم بأختبار اولي لهذا الغرض و كالتالي :

١) يوضع المحلول قيد الاختبار في ال cuvet بجهاز الفوتوميتر
٢) تقاس الامتصاصيه خلال المحلول وعند اطوال موجيه مختلفه مع ضرورة تصفير الجهاز عند كل قراءه
٣) تسجل النتائج في جدول وعلى هيئة علاقه بين الطول الموجي وكمية الطاقه الضوئيه الممتصه من هذا الطول الموجي
٤) يرسم مخطط يوضح العلاقه بين الطول الموجي وما يقابله من امتصاصيه ويسمى هذا المحطط بمنحنى الامتصاص الأعظم Maximum absorption curve

مواصفات منحنى الامتصاص الاعظم :

١) يكون على هيئة منحنى ذو قمه وهذه القمه يقابلها الطول الموجي الذي حدث عنده اعلى امتصاص للطاقة الضوئيه خلال هذا المحلول
٢) لا يمر هذا المنحنى بنقطة الاصل origin لعدم وجود طول موجي يساوي صفر
٣) يستخدم مع المحلول الطول الموجي الذي يحدث عنده اعلى امتصاص اي يكون هذا الطول الموجي هو المتطابق مع لون المحلول
٤) بعد اختيار الطول الموجي المناسب لهذا المحلول نقوم باجراء التجربه الأصليه وحساب تركيز الماده تحت الأختبار وحسب الطريقه الخاصه بكل فحص

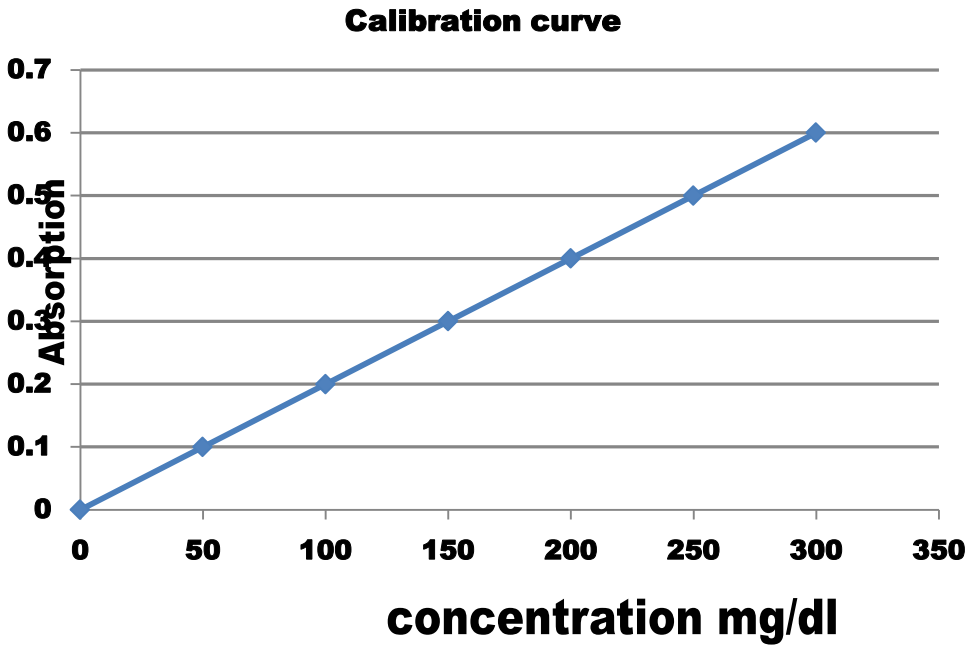


Calibration or Standardization curve المنحنى القياسي

وهو المنحنى الذي يوضح العلاقه الطرديه بين قابلية الامتصاص للمحلول الملون (Absorbance) وتركيزه اي انه يبرهن على صحة قانون بير

ولعمل هذا المنحنى يتم تحضير عدد من المحاليل القياسيه (Standard sokutions) لا يقل عددها عن ثلاثة محاليل ويتم اجراء التجربه كالتالي :

١) اختيار الطول الموجي المناسب لهذا المحلول وكما تم توضيحه في موضوع اختيار الموجه الضوئيه المناسبه لاجراء الفحص
٢) يصفر الجهاز عند الطول الموجي المناسب وباستخدام الماء المقطر
٣) يتم قياس الامتصاصيه لكل تركيز مع ضرورة تصفير الجهاز عند كل قراءه
٤) تسجل القراءات في جدول بين تركيز كل محلول والامتصاصيه خلاله
٥) يرسم المنحنى القياسي بين تركيز المحلول والامتصاصيه خلال المحلول
٦) نحصل على مخطط كما مبين ادناه



المواصفات الواجب توفرها في منحنى القياس :

١) يجب ان يكون الخط البياني مستقيما حيث يوضح ذلك وجود علاقه طوليه خطيه بين الامتصاص والتركيز (Linear relationship)
٢) يجب ان يمر بنقطة الاصل (Origin) حيث يعني ذلك عند التركيز صفر يقابلها امتصاصيه صفر

ويمكن الاستفاده من هذا المخطط لمعرفة التركيز المجهول لمحلول جديد من نفس نوعية المحاليل القياسيه المستخدمه في هذا القياس وذلك بقياس الامتصاصية خلال المحلول المجهول وتعيين تركيزه من الخط البياني المستقيم

مطيافيات الامتصاص والانبعاث
Absorption and EmissionSpectrometers

مقدمة:

منذ عام ١٨٦٠م وبعد الدراسات التي قام بها العالمان بنزين وكيرشوف (Bunsen & Kirchhoff) عرف أن العديد من العناصر تبث طيفاً مميزاً لكل منها بعد إثارتها بطريقه مناسبه. فعند اثارة ذرات العناصر ونقلها من الحالة المستقرة ground state الى الحالة المثارة excited state ، وأبسط الطرق لاثارة المادة هي أَن تسخن العينة إلى درجة حرارة عالية ، مما يؤدي الى حدوث إثارة نتيجة للتصادمات التي تحدث بين ذرات العينة وطيف الإنبعاث يكون بسيطاً لبعض العناصر كالصوديوم والبوتاسيوم حيث يتألف من عدد من الخطوط بينما يتكون من آلاف الخطوط ذات أطوال موجات مختلفه ومحددة وقابلة للتكرار لعناصر أخرى كالحديد واليورانيوم وهنا يمكن قياس الطاقة اللازمة لحدوث هذه الاثارة أي قياس الطاقة الممتصة وذلك بواسطة مطياف الامتصاص Flame Absorption Spectrometer أو أنه نتيجة أن الذرات أصبحت مثارة فهي تكون غير مستقرة ولكي تعود مرة أخرى وبسرعة الى الحالة المستقرة فانها تبث الطاقة التي امتصتها في شكل انبعاث اشعاعي وبذلك تقاس الطاقة اللازمة للرجوع من هذه الحالة المثارة الى الحالة المستقرة أي قياس الطاقة المنبعثة وذلك بواسطة مطياف الانبعاث Flame Emission Spectrometer

وهذا الامتصاص أو الانبعاث الاشعاعي يكون في نطاق الطيف المرئي لبعض المعادن. ولأن أليكترونات الذرة أساسا في مستويات طاقية مختلفة فانها كلها تمتص ضوء اللهب وبذلك ينبعث خليط من الأطوال الموجية المختلفة للذرة الواحدة.

وببساطة شديدة يمكن ملاحظة طيف الانبعاث عن طريق اللهب وذلك باستخدام موقد بنزن Bunsen burner وعينات من المعادن ، فمثلا عند وضع معدن الصوديوم على اللهب فانه يتوهج باللون الأصفر بينما يتوهج معدن الكالسيوم باللون الأحمر والنحاس باللون الأخضر.

ويعمل مطياف الامتصاص الذري Atomic Absorption spectrometer على فحص أطوال موجات الفوتونات الممتصة أثناء اثارة ذرات العناصر ، بينما يعمل مطياف الانبعاث الذري Atomic Emission Spectrometer على فحص أطوال موجات الفوتونات المنبعثة من الذرات أثناء إنتقالها من الحالة المثارة إلى الحالة المستقرة أو ذات الطاقة الأقل ، ومن المعروف أن كل عنصر يبعث مجموعة مميزة من الأطوال الموجية المنفصلة طبقا لتركيبه الإلكتروني ، وبدراسة هذه الأطوال الموجية يمكن معرفة العناصر المكونة للعينة.

و هناك عدة مراحل تحدث للعينة خلال تكوين طيف الامتصاص أو الانبعاث عن طريق اللهب:

١. التبخير Evaporation: يحدث تجفيف dehydration للعينة المحتوية على المعدن بسبب حرارة اللهب ويتبخر المذيب.

٢. مرحلة التكسير Dissociation: وفيها تتحول الجزيئات الى ذرات.

٣. التحويل الى ذرات Atomization : يتم اختزال أيونات المعدن التي كانت ذائبة في مذيب العينة الى ذرات المعدن ، على سبيل المثال تحول أيونات المغنسيوم الى ذرات المغنسيوم

$$Mg^{++} + 2e \rightarrow Mg$$

٤) الاثارة Excitation : تمتص أليكترونات المعدن الطاقة من حرارة اللهب وتنتقل بذلك الى مستويات طاقية أعلى ، أي يحدث لها اثارة . وتتوقف كمية الطاقة الممتصة على قوى التجاذب الأليكتروستاتيكية بين الأليكترونات السالبة الشحنة ونواة الذرة الموجبة الشحنة والتي بدورها تتوقف على عدد البروتونات داخل النواة. وتنتقل الأليكترونات بعد امتصاصها للطاقة الى مستويات طاقية أعلى وتصبح في حالة مثارة.

وهنا يمكن قياس الطاقة اللازمة لحدوث هذه الاثارة أي قياس الطاقة الممتصة وذلك بواسطة مطياف الامتصاص Flame Absorption Spectrometer ، أو أنه نتيجة أن الذرات أصبحت مثارة فهي تكون غير مستقرة ولكي تعود مرة أخرى وبسرعة الى الحالة المستقرة فانها تبث الطاقة التي امتصتها في شكل انبعاث اشعاعي وبذلك تقاس الطاقة اللازمة للرجوع من هذه الحالة المثارة الى الحالة المستقرة أي قياس الطاقة المنبعثة وذلك بواسطة مطياف الانبعاث Flame Emission Spectrometer

وهذا الامتصاص أو الانبعاث الاشعاعي يكون في نطاق الطيف المرئي لبعض المعادن. ولأن أليكترونات الذرة أساسا في مستويات طاقية مختلفة فانها كلها تمتص ضوء اللهب وبذلك ينبعث خليط من الأطوال الموجية المختلفة للذرة الواحدة.

وببساطة شديدة يمكن ملاحظة طيف الانبعاث عن طريق اللهب وذلك باستخدام موقد بنزن Bunsen burner وعينات من المعادن ، فمثلا عند وضع معدن الصوديوم على اللهب فانه يتوهج باللون الأصفر بينما يتوهج معدن الكالسيوم باللون الأحمر والنحاس باللون الأخضر.

مطياف الانبعاث عن طريق اللهب

مطياف الامتصاص الذري عن طريق اللهب

مطياف الانبعاث عن طريق اللهب
Flame emission photometer

مقدمه

تعطي العناصر عندما تمتص كمية كافية من الطاقة طيفاً يُسمى طيف الانبعاث فلو سُخن عنصر ما باللهب ، أو بواسطة قوس كهربائي فإن الطاقة التي يمتصها هذا العنصر تؤدي إلى تهيج ذراته بمعنى أن هذه الطاقة التي سلطت على ذرات العناصر أدت إلى اختلاف مواضع الإلكترونات في تلك الذرات ، أو بعبارة أخرى فإن ذرات العنصر تحتوي في الظروف العادية على أقل كمية من الطاقة فهي مستقرة ، لذلك تُسمى هذه الحالة بحالة الاستقرار ، أو الحالة الأساسية Ground State أما إذا تعرضت لكمية من الطاقة فإن الإلكترونات وخصوصاً الموجودة منها بعيداً عن النواة تمتص كمية من هذه الطاقة مما يجعله يُقذف إلى مستوى طاقة أعلى من المستوى الذي كان عليه ، وفي هذه الحالة يُقال أن الذرات في حالة تهيج Excitation State وعندما تعود الذرات من حالة التهيج إلى حالة الاستقرار ثانية بعد زوال المؤثر الخارجي " الطاقة " فإنها تطلق الطاقة التي امتصتها على هيئة إشعاع يكون في بعض الأحيان في مجال الضوء المرئي وفي البعض الآخر يكون على هيئة إشعاع غير مرئي ، وأياً كانت الحالة فإن الإشعاع المنطلق هذا يُسمى طيف الانبعاث ، وإذا مر هذا الطيف خلال موشور مطياف فإنه يتحلل إلى مكوناته من موجات .....

الاساس العلمي لعمل جهاز الانبعاث عن طريق اللهب

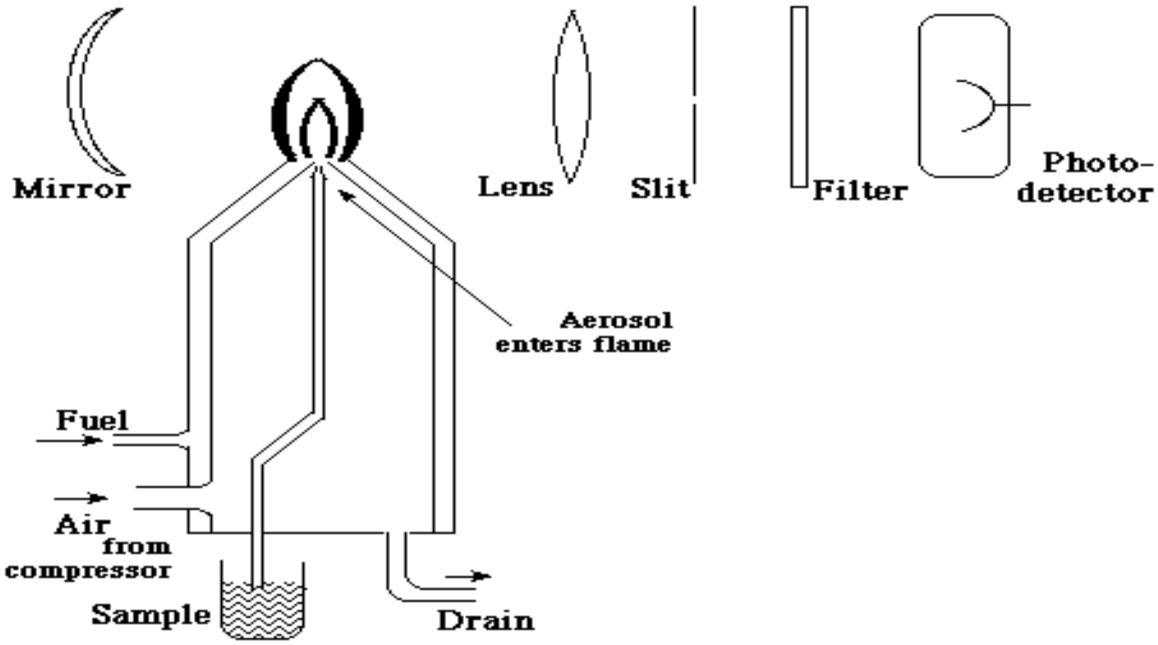
تم تصميم وشرح الاساس العلمي لجهاز الانبعاث عن طريق اللهب (Flame photometer) من قبل العالم (Barnes) وفريقه المكون من (Richardson, Berry and Hood) وذلك عام ١٩٤٥ عند محاولاتهم لقياس تراكيز عنصري الصوديوم والبوتاسيوم في المحاليل الكيميائيه والبيولوجيه المحتويه عليهما وقد قام الفريق العلمي المذكور بشرح الاساس العلمي لعملية الانبعاث عن طريق اللهب وكما يللي :

1. **يتم تحويل السائل المحتوي على العناصر المراد قياس تراكيزها به الى دقائق صغيره وذلك من خلال الدفع بها عن طريق مرذاذ (Atomizer or Nebulizer)**
2. **تدفع تلك الدقائق الصغيره للمحلول الى لهب (Flame) حيث يتم حرقها ونتيجة لعملية الحرق وعندما تصل عملية الحرق الى درجة التبخر (Evaporation) يصل العنصر الى ما يسمى بمرحلة الاثاره (excited state) وذلك نتيجة امتصاص الحراره من اللهب وعند رجوع ذرات العناصر المثاره الى حالتها الطبيعيه ذات الطاقه الواطئه (Low energy state) تقوم بابعاث طاقه ذات طول موجي معين خاص بكل عنصر وقد لوحظ انه في حالة عناصر الصوديوم والبوتاسيوم والليثيوم والكالسيوم تكون تلك الطاقه ذات اطوال موجيه تقع ضمن مدى الضوء المرئي اي تبعث لون مميز لكل عنصر فتكون الطاقه الضوئيه المنبعثه نتيجة حرق عنصر الصوديوم ذات طول موجي ٥٨٩ نانوميتر(لون اصفر) وتلك المنبعثه نتيجة حرق عنصر البوتاسيوم ذات طول موجي (لون احمر) وتلك المنبعثه نتيجة حرق عنصر الليثيوم ذات طول موجي (لون بنفسجي) ويمكن عزل الطاقه الضوئيه الناتجه عن عنصر من هؤلاء العناصر في محلول يحتوي على خليط منهم وذلك باستخدام مرشح ضوئي (color filter)خاص بكل عنصر**
3. **من خلال قياس كمية الطاقه الضوئيه المنبعثه عن كل عنصر وذلك من خلال اسقاطها على خليه كهروضوئيه (Photoelectric cell) والتي تقوم بدورها بتحويل تلك الطاقه الضوئيه الى طاقه كهربائيه يمكن قياسها عبر وسائل قياس الطاقه الكهربائيه المعروفه مثل الكلفانوميتر يمكن ومن خلال عمليات رياضيه بسيطه قياس تراكيز تلك العناصر وبالاستعانه بمحاليل قياسيه يتم اجراء نفس العمليه عليها**

يتكون جهاز الانبعاث عن طريق اللهب (Flame photometer) من ستة اجزاء رئيسيه وهي :

١) المرذاذ (Atomizer or Nebulizer)
٢) غرفة الخلط (Mixing chamber) واحيانا تسمى الموقد (Burner)
٣) اللهب (Flame)
٤) المرشحات الضوئيه (Color filters)
٥) الخليه الكهروضوئيه (Photo detector)
٦) القارئ (Read out device)

ويوضح الشكل التخطيطي التالي المكونات الاساسيه للجهاز



رسم توضيحي للمكونات الاساسيه لمطياف الانبعاث عن طريق اللهب (Flame photometer)

وفيما ادناه شرح توضيحي لاجزاء جهاز الانبعاث عن طريق اللهب الاساسيه

١) <u>المرزاز (Atomizer or Nebulizer)</u>
وظيفة المرذاذ nebulizer هي سحب محلول العنصر المطلوب تقديره وتحويله الى رذاذ دقيق. ويصنع المرذاذ من مادة غير قابلة للتآكل ويتم سحب العينات خلال أنبوبة شعرية توضع في المحلول تحت تأثير ضغط الهواء الى داخل غرفة خلط الغازات بالموقد وتكون العينة في صورة رذاذ دقيق ويصرف بقية الرذاذ المتبقي الى الخارج من فتحة أسفل المرذاذ nebulizer

٢) <u>غرفة الخلط (Mixing chamber) او الموقد (Burner)</u>
ويوجد نوعان من الموقد Burner وهما :

١- الموقد سابق الخلط Pre-mix type

٢- الموقد كامل الاحتراق Total combustion type

ويتم خلط كل من العينة والوقود والمادة المؤكسدة في النوع الأول - الموقد سابق الخلط - قبل الوصول الى اللهب في غرفة خلط الغازات حيث يتم سحب المحلول داخل المرذاذ ويدفع في صورة رذاذ دقيق في غرفة خلط الغازات التي تحتوي على فتحتين أحدهما يدخل منها الوقود والأخري العامل المؤكسد لحدوث الاشتعال ، ويدفع تيار الغاز حبيبات الرذاذ معه الى رأس الموقد Burner head فيتم الاشتعال والاحتراق ، ويتم تحويل العنصر الى ذرات. ويصنع رأس الموقد من مادة غير قابلة للتأكسد في درجات الحرارة العالية.

٣) اللهب (Flame)

ويكون شبيها بموقد بنزن ويجب ان يكون مصنوعا من ماده مقاومه لدرجات الحراره العاليه ويتم خلاله حرق الدقائق الصغيره للمحلول المحتوي على العناصر المراد قياس تراكيزها

٤) المرشحات الضوئيه (Color filters)

وتكون شبيهه بتلك المستخدمه مع جهاز التحليل اللوني ويكون لكل عنصر مرشح خاص بحيث يسمح فقط بمرور الطول الموجي الخاص بهذا العنصر ليتم قرائته

٥) الخليه الكهروضوئيه (Photo detector)

وهي ايضا تكون مشابهه لتلك المستخدمه مع اجهزة التحليل اللوني وتقوم بتحويل الطاقه الضوئيه المنبعثه من العنصر المراد قياس تركيزه الى طاقه كهربائيه يتم قياسها باحدى طرق قياس الطاقه الكهربائيه

٦) القارئ (Read out device)

وهو عباره عن جهاز له القدره على تحسس التيار الكهربائي الناتج من الخليه الكهروضوئي وفي ابسط صوره يكون على هيئة ابره مغناطيسيه تنحرف عند مرور التيار الكهربائي في مجالها المغناطيسي كما في حالة ال galvanometer وعادة ما يكون القارئ على هيئة مؤشر analog او يكون رقمي digital كما هو موجود في الاجهزة الحديثه

مطياف الامتصاص الذري Atomic Absorption Spectrometer (AAS)

طرق تقدير الامتصاص الذري:

يوجد أكثر من طريقة technique لتقدير الامتصاص الذري للعناصر ، وهي تختلف على حسب نوع ، وتركيز العنصر المراد تقديره في العينة.

أولا: الامتصاص الذري للعناصر بطريقة اللهب Flame Atomic Absorption

وهنا يتم تحويل العنصر الى الحالة الذرية عن طريق اللهب حيث يتم تسليط حزمة ضوئية من لمبة كاثود - مصنوعة من نفس العنصر المراد تقديره - خلال اللهب الى موحد الموجات ثم الى كشاف لقياس كمية الضوء الممتص بواسطة اللهب ، ويعتمد الامتصاص على وجود ذرات حرة في حالتها المستقرة في اللهب ، ويتم تقدير العناصر بهذه الطريقة في حدود تركيزات من العنصر بالجزء في المليون ppm

ثانيا: الامتصاص الذري للعناصر بطرق أخرى غير اللهب Flameless Atomic Absorption

وهنا يتم تحويل العنصر الى الحالة الذرية بطرق أخرى غير اللهب ، مثل:- استخدام الأفران الكهربية ، أو الاعتماد على بعض التفاعلات الكيماوية مثل توليد هيدريدات الغازات المتطايرة volatile gaseous hydrides لبعض العناصر مثل الزرنيخ ، والسيلينيوم ، والأنتيمون ، والقصدير عن طريق اضافة مادة مختزلة ، أو على بعض الخصائص الكيمائية مثل ظاهرة التسامي لتقدير بعض العناصر مثل الزئبق والتي يتحول فيها العنصر الى بخار بدون تسخين سواء باللهب أو بالأفران الكهربية.

وعموما فان تحليل العناصر - بصرف النظر عن الطريقة المستخدمة - سواء باللهب المباشر ، أو بطرق لا يستخدم فيها اللهب مثل الفرن الكهربي أو التسامي ، يتم عن طريق:

- **عمل محلول قياسي محمض للعنصر standard solution**
- **تحضير سلسلة تركيزات في مدى معين في حدود الجزء في المليون في حالة استخدام اللهب المباشر أو في حدود الجزء في البليون في حالة استخدام الفرن تحضير العينة في صورة محلول مائي محمض (مثلا محلول ١٠% حمض نيتريك مذابا في ماء مقطر ومنزوع الأيونات redistiled deionized water)**
- **يتم ادخال البلانك الخاص بالمحلول القياسي ثم المحلول القياسي للعنصر الى الجهاز يتم بعد ذلك ادخال البلانك الخاص بالعينات ثم محلول العينات المطلوب تقدير تركيز نفس العنصر فيها الى**

الجهاز عن طريق ادخال أنبوبة سحب المحلول المتصلة بالجهاز في داخل المحلول المراد قياسه حيث يسحب جزء من المحلول ويحول الى رزاز ثم يخلط الرذاذ مع الغازات وهكذا.

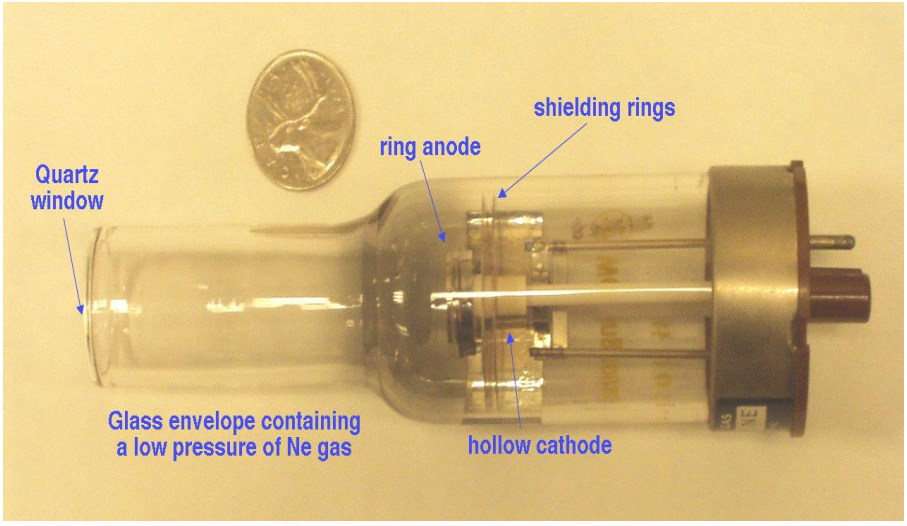
مكونات مطياف الامتصاص الذري:

يتكون مطياف الامتصاص الذري للعناصر من الوحدات الأساسية التالية:-

١) مصدر الضوء Light Source

مصدر الضوء في مطياف الامتصاص الذري هو لمبة الكاثود Hollow Cathode Lamp ، وهي تعطي طيفا في المدى 190 – 800 nm ، كما أن كل عنصر له لمبة خاصة به تمثل مصدر للضوء ، ويشع مصدر الضوء الطيف الذري للعنصر المراد تقديره ويسمى مصدر الضوء باسم العنصر نفسه ، أي لمبة الرصاص تستخدم لتقدير عنصر الرصاص. ولمبة النحاس تستخدم لتقدير عنصر النحاس وهكذا.

وتتكون لمبة الكاثود - كما هو موضح بالرسم من أنبوبة زجاجية مفرغة تحت ضغط يصل الى 2 mm Hg وهذه الأنبوبة تملأ بغاز خامل مثل النيون أو الأرجون ، ويوجد في أحد طرفيها نافذة يمر منها الضوء وعند الطرف الآخر يوصل التيار الكهربي حيث ينتهي هذا الطرف بسلكين من مصدر التنجستن أحدهما يعمل آنود والآخر يعمل كاثود وهو متصل باسطوانة مفرغة ومغطاة بطبقة من المعدن (نحاس – قصدير – نيكل أو أي عنصر آخر).



لمبة الكاثود Hollow Cathode lamp

ويمكن استخدام لمبة لأكثر من عنصر وتسمى Multi-element lamp ، واللمبات التي تستخدم لعنصر واحد فقط single element تكون أفضل في الاستخدام لأنها أرخص في الثمن ، واذا تلفت اللمبة لأي سبب من الأسباب تكون لعنصر واحد فقط مما يسهل شراء غيرها.

٢) وحدة مكونات العينة Sample compartment

يتم تقدير العنصر في صورة بخار ذري ، ليحدث للعينة اختزال فتصبح جسيمات ذرية متعادلة neutral atoms ثم تتبخير vaporized وتتفرق dispersed في حزمة الأشعة.

وتتكون وحدة مكونات العينة من مرزاز Nebulizer ، وموقد Burner ، واللهب Flame

أ) المرذاذ Nebulizer

وظيفة المرذاذ nebulizer هي سحب محلول العنصر المطلوب تقديره وتحويله الى رذاذ دقيق ، ويمكن أن يسحب حجم من العينة حوالي ٣-٤ مل/دقيقة مما يجعل الاستجابة سريعة وتظهر القراءة بعد ثانية واحدة فقط من عملية السحب . ويصنع المرذاذ من مادة غير قابلة للتآكل حيث أن العينات تحتوي على أحماض متخلفة عن عملية الهضم وكذلك أحماض مستخدمة في تخفيف العينات واذابتها ، ويتم سحب العينات خلال أنبوبة شعرية توضع في المحلول تحت تأثير ضغط الهواء الى داخل غرفة خلط الغازات بالموقد وتكون العينة في صورة رذاذ دقيق ويصرف بقية الرذاذ المتبقي الى الخارج من فتحة أسفل المرذاذ nebulizer أو يتم تكسيرها الى حبيبات أدق لزيادة حجم العينة المستخدمة في القياس التي لاتزيد عن ١٠ % من الكمية المستخدمة من العينة. ومن أهم عيوب المرذاذ حدوث انسداد في الأنبوبة الشعرية بسبب وجود أي رواسب في العينة ، لذلك يجب الترشيح والتأكد من تجانس العينة.

ب) الموقد burner

ويوجد نوعان من الموقد Burner وهما :

٣- الموقد سابق الخلط Pre-mix type

٤- الموقد كامل الاحتراق Total combustion type

ويتم خلط كل من العينة والوقود والمادة المؤكسدة في النوع الأول - الموقد سابق الخلط - قبل الوصول الى اللهب في غرفة خلط الغازات حيث يتم سحب المحلول داخل المرذاذ ويدفع في صورة رذاذ دقيق في غرفة خلط الغازات التي تحتوي على فتحتين أحدهما يدخل منها الوقود والأخري العامل المؤكسد لحدوث الاشتعال ، ويدفع تيار الغاز حبيبات الرذاذ معه الى رأس الموقد Burner head فيتم الاشتعال والاحتراق ، ويتم تحويل العنصر الى ذرات. ويصنع رأس الموقد من مادة غير قابلة للتأكسد في درجات الحرارة العالية.

جـ) اللهب Flame

يشترط في أجهزة flame atomic absorption أن تكون حرارة الشعلة 2000 k أو أكثر ولهذا يتم اشعال الغاز مع عامل مؤكسد ، مثل الهواء ، أو أكسيد النيتروز ، أو الأكسيجين مخلوطا مع النتروجين أو الأرجون . ويوجد عدة مخاليط من الغازات تعطي لهبا ذو درجات حرارة مختلفة تتناسب

وخواص العناصر تحت التقدير للحصول على أعلى حساسية من المحلول المستخدم في القياس ويجب مراعاة ضبط سرعة سريان غاز الاشتعال والغاز المؤكسد حيث يكون أحيانا معدل سريان غاز الاشتعال هو الأعلى ، وأحيانا أخرى يكون سريان الغاز المؤكسد هو الأعلى . ويمكن استخدام الأسيتيلين التجاري كغاز اشتعال Commercial grade acetylene ، كما يمكن استخدام الهواء المدفوع compressed air من مضخة laboratory compressor أو من خلال اسطوانة بها هواء مضغوط كغاز مؤكسد .

ويعتبر مخلوط الهواء مع الأسيتيلين Air-Acetylene هو أفضل أنواع المخاليط حيث يعطي درجة حراة لهب مناسبة لتقدير حوالي ٣٩ عنصر .

قاطع الضوء Chopper

يقوم بالتحكم في مرور الأشعة modulate the radiation source حيث يمنع ثم يسمح بمرور الأشعة الناتجة من مصدر الضوء الى اللهب بسرعة ثابتة على التوالي (switched on and off) ، مما يؤدي الى تكبير الأشعة الناتجة من مصدر الضوء في فترة السماح بمرور هذه الأشعة وعدم السماح بمرور الضوء المنبعث من اللهب في فترة الظلام

٣) موحد الموجات Monochromator

يستخدم المحزوز grating كموحد للموجات في مطياف الامتصاص الذري لتمييز الأطوال الموجية المنبعثة من مصدر الضوء والمارة باللهب وذلك للسماح فقط بمرور الأطوال الموجية المطلوبة دون مرور الموجات الأخرى لتصل الى الكشاف photomultiplier tube (PMT) حيث تدخل الحزمة الضوئية المنبعثة من اللمبة والمارة باللهب من فتحة دخول موحد الموجات فتصل الى مرآة عاكسة لتعكس الحزمة الضوئية على المحزوز grating الذي يعمل على تفريق وتمييز الموجات الساقطة عليه ثم تعكسها على مرآة عاكسة أخرى موضوعة بزاوية معينة بحيث تسمح فقط بمرور الأطوال الموجية المرغوب فيها من فتحة الخروج الى الكشاف

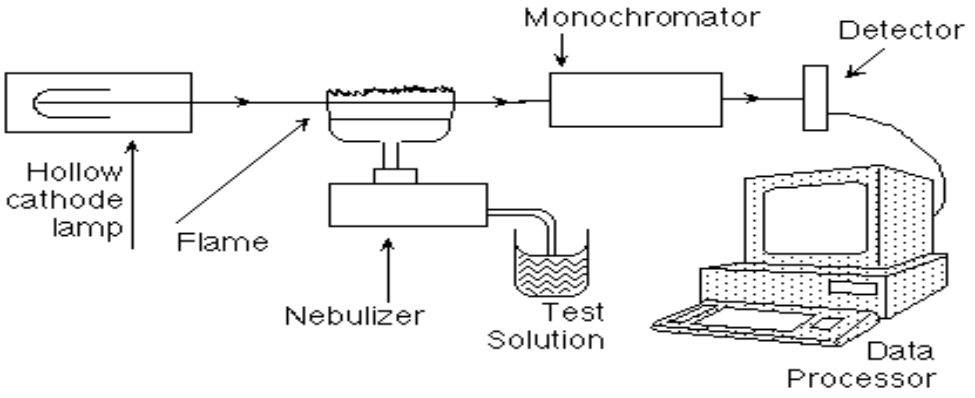
٤) الكشاف Detector

تستخدم أنابيب تكبير الضوء photomultiplier tube للكشف عن شدة الشعاع الساقط عليها وذلك بتحويلها الى تيار كهربي يعتمد في شدته على شدة الضوء الساقط على الخلية الضوئية. ثم يتم تكبير التيار الكهربي الناتج من الخلية الضوئية ويحول الى قياسات تدل على مقدار امتصاص العينة من الضوء Absorbance على شاشة رقمية تتراوح قراءتها بين 1.999 – 0.000 على أساس قانون Beer ، وفي الأجهزة الحديثة تحول القراءة مباشرة الى تركيز العنصر في العينة معبرا عنها بوحدات mg/liter (ppm)

أنواع مطياف الامتصاص الذري للعناصر:

١) مطياف الامتصاص الذري أحادي الحزمة الضوئية Single beam AAS

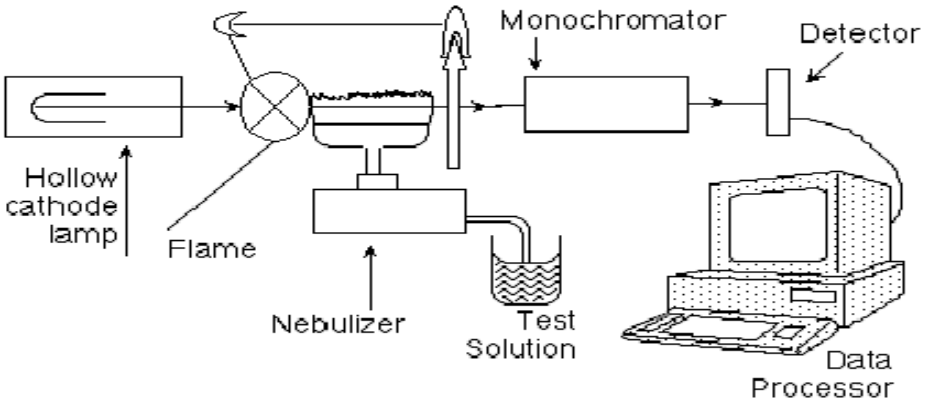
وتعتمد القياسات في مطياف الامتصاص الذري أحادي الحزمة الضوئية على مرور شعاع منفرد على العينة في اللهب.



مطياف الامتصاص الذري أحادي الحزمة الضوئية

٢) مطياف الامتصاص الذري ثنائي الحزمة الضوئية Double beam AAS

تعتمد القياسات في جهاز الامتصاص الذري ثنائي الحزمة الضوئية على أن الأشعة الناتجة من مصدر الضوء تنقسم الى جزئين ، جزء من الشعاع يمر على العينة في اللهب sample beam وجزء آخر من الشعاع يدور حول اللهب و لا يمر به Reference beam ويستخدم هذا الشعاع المرجع كدليل على شدة مصدر الضوء



مطياف الامتصاص الذري ثنائي الحزمة الضوئية

الفصل الثاني

سوائل الجسم

البول - الدم

الكيمياء السريريه

وتعرف الكيمياء السريريه بانها الفرع من علم الكيمياء الذي يختص بدراسة المستويات الطبيعيه للمكونات الكيمياويه الموجوده في جسم الانسان والمتغيرات التي يمكن ان تحدث عليها في حالة المرض وطرق قياسها مختبريا لتشخيص الامراض المختلفه ذات العلاقه بهذه المركبات

سوائل الجسم واهميتها في اجراء فحوصات الكيمياء السريريه

من المعروف ان جسم الانسان يحتوي على العديد من السوائل والتي يمكن الاستفاده منها لقياس مستويات المكونات الكيمياويه المختلفه لبيان كونها ضمن المعدلات الطبيعيه من عدمه مما يساعد في تشخيص الامراض التي تصيب الانسان ويكون لها تاثير على هذه المركبات سواء بالزياده او النقصان عن معدلاتها الطبيعيه

ومن اهم هذه السوائل ما يلي :

١) الدم Blood
٢) الأدرار Urine
٣) سائل النخاع الشوكي Spinal fluid
٤) سائل الجنب plural fluid
٥) اللعاب saliva
٦) حليب الثدي milk
٧) العرق sweat

الأدرار (البول) Urine :

البول هو السائل الذي تستخلصه الكليتان من الدم ثم تفرزانه من خلال الحالب ليصل المثانة ثم الإحليل ليخرج من الجسم للتخلص من الأملاح والمياه الزائدة في الجسم. ويكون عادة أصفر اللون ويستخدم البول في تشخيص بعض الأمراض وذلك عن طريق أخذ عينة منه وتحليلها. والبول هو سائل سام ينتج في جسم الإنسان كناتج عن عملية تنقية الدم أثناء مروره في الكليتين، ويفرز البول إلى خارج الجسم في عمليه معروفه بالتبول(urination).

يطرح الانسان الطبيعي مايساوي (١٨٠٠ – ٢٠٠٠ مل) من البول يوميا وذلك عند الاشخاص الطبيعيين من حيث تناول الغذاء والسوائل ويتاثر هذا المعدل تاثيرا مباشرا بالحاله الفسيولوجيه والمرضيه للشخص فهو يزيد بزيادة تناول السوائل وكذلك عند التغذيه على المواد البروتينيه كاللحوم بكثره بينما نجد ان كمية البول المطروحه قد تقل عند ارتفاع درجات حرارة الجو وممارسة التمرينات الرياضيه نظرا لما يفقده الجسم من السوائل نتيجة التعرق الحاصل

و يعد البول محلولا لاملاح غير عضويه ونواتج فضلات عمليات التمثيل الغذائي داخل الجسم ويشكل الماء نسبة 96% من البول بينما تحتل المواد الذائبه به نسبة 4% ويعد طرح البول من اهم العمليات الحيويه للافراغ في الجسم حيث يتم من خلالها التخلص من جميع الفضلات النتروجينيه غير البروتينيه والحوامض غير القابله للتيخر الناتجه عن عمليات التمثيل الغذائي داخل الجسم بالاضافه للاملاح غير العضويه الفائضه عن حاجة الجسم وكذلك كل النواتج السامه التي قد تتكون داخل الجسم والتي يستلزم التخلص منها وطرحها لخارج الجسم ويتراوح التركيز الهيدروجيني (pH) للبول ما بين (8.0 – 4.8) في الحالات الطبيعيه

ومن اهم الفضلات المطروحه مع البول يوميا

١) فضلات عضويه ويطرح منها 35 غم يوميا ومن اهمها اليوريا (urea) وحامض اليوريك (uric acid) والكرياتينين (Creatinine)
٢) فضلات غير عضويه ويطرح منها 25 غم يوميا ومن اهمها الأمونيا (ammonia) واملاح الكبريتات واملاح الكلوريد
ان اي زياده في كمية البول المطروحه يوميا عن الكميه الطبيعيه يشار اليها بغزارة البول (Polyuria) والتي عادة ماتحدث في حالات الاصابه بداء السكري (Diabetus mellitus)

كما قد يحدث نقصان في كمية البول المطروحه يوميا عن المعدلات الطبيعيه ويشار الى هذه الحالة بشح البول (Oliguria) وتحدث عادة في حالة الحميات

وقد يحدث توقف كامل عن طرح البول لدى بعض المرضي وتسمى هذه الحاله بانعدام البول (Anuria) وتحدث هذه الحاله في المراحل المتقدمه لمرض الكليه نتيجة عجزها عن عملية الترشيح

مقدمة تاريخيه :

منذ أن نشأ الطب على يد الإنسان في عصور ما قبل التاريخ وغايته السامية هي حفظ صحة الإنسان السليم ومعالجة السقيم كما قال ابن خلدون في مقدمته: (هذه الصناعة ضرورية في المدن والأمصار لما عرف من فائدتها فإن ثمرتها حفظ الصحة للأصحاء ودفع المرضى بالمداواة حتى يحصل لهم البره من أمراضهم) وقد اختلفت وسائل وأساليب الوصول إلى هذه الغاية. لكنها ومنذ فجر التاريخ تتلخص في ثلاث مهام أساسية للطبيب هي تشخيص المرض فعلاجه ومن ثم متابعة تطور المرض حتى الوصول إلى الشفاء وفي هذا يقول ابن خلدون عند تعريفه الطب: (ومن فروع الطبيعيات صناعة الطب وهي صناعة تنظر في بدن الإنسان من حيث يمرض ويصح فيحاول صاحبها حفظ الصحة وبره المرض بالأدوية والأغذية، بعد أن يتبين المرض الذي يخص كل عضو من أعضاء البدن وأسباب تلك الأمراض التي تنشأ عنها وما لكل مرض من الأدوية).

ورغم التطور الهائل والمتسارع الذي يشهده العصر الحديث في مجال الطب ماتزال هذه الثوابت راسخة وإن تشعبت طرائق كل منها وتفرعت بحيث يستحيل الإلمام بها ككل . فوسائل التشخيص لا تعد ولا تحصى وأساليب العلاج لا تثبت على حال فهي في تطور مستمر وأضحت دراسة المرض علماً مستقلاً.

لقد اعتمد تشخيص المرض في العصور القديمة على حذق ومهارة الطبيب المعالج فهو يستوضح أعراض المريض ويستقصي علاماته لتشخيص مرضه ثم يقوم بالإجراءات التشخيصية لتأكيد تشخيصه . وكانت هذه الاختبارات قديماً تعتمد على فحص مخلفات المريض كالبراز والبول وغيرها. وربما كان لفحص البول الدور الأكبر في التشخيص والذي كان يدعى القارورة

لقد كان هذا الفحص يتم بالملاحظة الدقيقة بالعين المجردة . وقد بلغ العرب في ذلك شأناً عظيماً فقد استطاعوا بفحص البول بوسائلهم البسيطة التمييز بين بول الذكر والأنثى وبين بول الأنثى الحبلى وبول غير الحبلى وبول النفساء بل إنهم ميزوا بول الإنسان عن بول الحيوان

وبالعودة إلى الموسوعتين الأهم في مجال الطب القديم أي القانون لابن سينا والحاوي للرازي نجد أن الرازي قد أفرد باباً ضخماً في المجلد التاسع عشر للحديث عن البول أورد فيه آراء أخذها من أكثر من ثلاثين مرجعاً لكثير من السابقين كأبقراط وجالينوس وحنين والطبري وأهرن وابن ماسويه وغيرهم كثير ويبدو ذلك جلياً في كتابه حيث يقول: (شر البول الأسود وما يثبت كذلك ولم يتغيرفقد رأيت خلقاً بالوا بولاً أسود يوماً ويومين ثم بالوا بولاً رقيقاً وتخلصوا فأما من دام به ذلك أو بال بعده شيئاً مثل ما تكون المرارة نفسها أو شيئاً غليظاً أصفر قليلاً أو دماً فإنهم ماتوا كلهم) وهو يقول كذلك معبراً عن تجربته

بعد نقله عن أيوب الأبرش: (ورأيت أنا ذلك بالتجربة من المرضى كذلك فإني لم أجد مع الأبوال الحمر من الحرارة ما وجدتها مع الأبوال الصفر المحكمة الصفرة ورأيت ما ازداد صفرة ازداد حرارة) لكنه في هذا كله لم يتبع منهجاً واضحاً منسقاً في عرض معلوماته في حين أن ابن سينا كان أكثر منهجية في عرضه لأفكاره فقد أفرد فصلاً خاصاً عن البول أورد فيه أول الأمر مقدمة عامة عن فحص البول أورد فيها الشرائط الواجب اتباعها للوصول إلى نتيجة سليمة للاختبار وذكر توصياته حول طريقة إجراء الفحص ذاتها ثم ذكر الدلالات الأولية المأخوذة من البول ثم عدد الصفات التي يعتمد عليها للوصول إلى هذه الدلالات و عرف كلاً من هذه الصفات وذكر ما يفرق كلاً منها عن غيرها التي قد تلتبس بها وبعد ذلك شرع في شرح وتفصيل كل صفة على حدة فذكر أولاً دلائل ألوان البول مفصلاً في الألوان الممكنة ودلالات كل منها وإنذارها ثم فصل في صفة قوام البول وصفائه وكدورته ثم بحث دلائل رائحة البول فالدلائل المأخوذة من الزَبَد ثم دلائل أنواع الرسوب ومن ثم دلائل كثرة البول وقلته ومن ثم أفرد فصلاً في البول النضيج الصحي الفاضل وفصلاً في اختلاف الأبوال حسب السن ثم فصلاً للتفريق بين أبوال النساء والرجال وآخر في أبوال الحيوانات والفصل الأخير في البول كان للتفريق بين الأشياء السيالة التي تشبه الأبوال والتفرقة بينها وبين الأبوال . وهو لم يقتصر على ذلك بل إنه كان عند استعراضه لأي مرض يترافق عادة مع تغير صفات البول يذكر هذه التغيرات في مكانها فهو يقول مثلاً عند بحثه حصاة المثانة: (ونقول ههنا أيضاً أن البول في حصاة المثانة إلى بياض ورسوب ليس بأحمر بل إلى بياض أو رمادية وربما كان بولاً غليظاً زيتي الثفل)

الهدف من فحص البول

لم يكن الهدف من فحص البول تشخيص المرض فقط بل إنه يهدف إلى متابعة العلاج والتنبؤ بسير المرض ومعرفة إنذار المرض وإمكانية نكسه حيث نجد ابن سينا يقول (فإذا اشتدت الصفرة إلى حد النارية وإلى النهاية فيها فالحرارة قد أمعنت في الازدياد وذلك هو الشقرة الناصعة فإن ازدادت صفاء فالحرارة في النقصان) حيث يشير هنا إلى مراقبة البول بهدف معرفة تطور المرض لمعرفة إمكان الشفاء أو سوء الحال وهناك علامات لتوقع نكس الحالة وتبدو فكرة متابعة حالة بول المريض للتنبؤ بتطور سير المرض نحو الأسوأ أو نحو الشفاء واضحة في قول الرازي: (مثال: انزل أن عليلاً بال من أول يوم بولاً إلى الحمرة غليظاً أقول: إن هذا البول ما دام على حاله فإنه لم يحدث فيه نضج فإن انتقل إلى السواد دل على رداءة وإن انتقل إلى الأترجية وكان لون بول المريض في صحته الأترجي فإنه يدل على أنه قد نضج فإن انتقل إلى بياض ورقة أقول: إن هذه العلة قد انقضت البتة وبرأ العليل منها)

جمع البول :

تؤكد كل المصادر ذات العلاقه بفحص البول على ضرورة استخدام العينات الجديده من بول المريض ويعد البول الاول في الصباح من اكثر هذه العينات تركيزا وادقها اعطائا للنتائج الداله على حالة المريض واذا لم يكن بالامكان فحص عينة البول خلال فتره مناسبه من اخذ العينه فلابد من حفظه بطريقه مناسبه للحفاظ على مكوناته في صورتها الحقيقيه وهناك طرائق عديده لحفظ عينات البول من اهمها ما يلي :

١) التبريد بالثلاجه (Refrigeration)
٢) أضافة عدة قطرات (٣ – ٤ قطرات) من مادة الفورمالين (Formalin)
٣) أضافة عدة قطرات (٣ – ٤ قطرات) من مادة التولوين (Toluene)
٤) اضافة (0.1 غم لكل 40 مل من البول) من مادة حامض البوريك (Boric acid)

ويجب اختيار الطريقه المناسبه لحفظ عينة البول اعتمادا على طرق الفحص التي ستجرى عليه ومراعاة عدم استخدام مواد حافظه قد تتداخل مع المواد المستخدمه في طرق التحليل التي ستجرى على البول او قد تتفاعل مع مكونات البول نفسه

شروط العينة المفحوصة

ولفحص البول عند القدماء كما في عصرنا هذا شروط دقيقة يجب مراعاتها للحصول على أفضل النتائج وهذه الشروط هي:

١) أن يكون أول بول صباحي ولم يكن طال بقاؤه في المثانة وهذا معلوم حديثاً لأن عناصر البول تكون أكثف ما تكون في البول الصباحي وبالتالي ففحصه يعطي فكرة واضحة عن عناصره السوية منها والمرضية على حد سواء . كما أن مكوث البول في المثانة يغير صفاته لتكاثر الجراثيم فيه خاصة في حالة الالتهاب . ومن عينات البول المفحوصة حديثاً عينة بول ٢٤ ساعة وفحص هذه العينة لم يكن غائباً في الطب القديم فقد ذكر الرازي إمكانية فحص هذه العينة في مواضع عدة من كتابه، فهو يقول : (من نوادر تقدمة المعرفة قال: أمرت العليل أن يحبس كل بول يبوله في ليلة ثم نظرت إلى أبواله كلها من غد)

٢) ألا يكون صاحب البول قد تناول ما يغير صفات البول، حيث يقول ابن سينا: (ولم يكن صاحبه شرب ماء أو أكل طعاماً. ولم يكن تناول صابغاً من مأكول أو مشروب كالزعفران والرمان والخيار فإن ذلك يصبغ البول إلى الصفرة والحمرة وكالبقول فإنها تصبغ إلى الحمرة والزرقة والمري فإنه يصبغ إلى السواد والشراب المسكر يغيّر البول إلى لونه) إذ من المعلوم إن شرب الماء بكثرة يمدد البول كما أن تناول الطعام يؤدي لإطراح بعض المواد في البول سواء بشكل فضلات أو بشكل فائض يطرح في البول كما يحدث لدى مريض الداء السكري الذي يؤدي ارتفاع سكر الدم لديه بعد نصف ساعة من تناول الطعام إلى إطراح كميات كبيرة من السكر في البول وإضافة إلى ذلك فهناك الكثير من المواد الصباغية التي تبدل لون البول مما قد يجعله يختلط ببعض الأمراض وقد ذكر منها الزعفران والرمان وغيرها. وهذا يعتبر بمثابة تنبيه للفاحص عند إيجاده بعض هذه الألوان للسؤال عن الغذاء والأدوية المتناولة . وهذا ما يسير عليه الطب الحديث عندما يبحث في الأدوية والأغذية التي تغير لون البول

٣) ألا يكون المريض قد قام بمجهود غير معتاد أو عمل غير مألوف مما يغير صفات البول سواء منها اللونية أو صفة القوام وبهذا يقول ابن سينا: (ولم يكن تعاطى من الحركات والأعمال ومن الأحوال الخارجة عن المجرى الطبيعي ما يغير الماء لوناً مثل الصوم والسهر والتعب والجوع والغضب فإن هذه كلها تصبغ الماء إلى الصفرة والحمرة . والجماع يدسم الماء تدسيماً شديداً، ومثل القيء والاستفراغ فإنهما أيضاً يبدلان الواجب من لون الماء وقوامه) ومن المعروف حالياً أن القيام بالتمارين العنيفة يؤدي لإطراح بعض المواد في البول مثل الميوغلوبين وبعض الكريات الحمر والبروتينات مما يغير فعلياً كثافة البول ولونه .

٤) فحص البول خلال فتره زمنيه لاتتجاوز الساعه الواحده من اخذه من المريض وقد كان ابن سينا يرفض النظر في البول بعد ساعة من إطراحه لأن دلائله تضعف وتفقد موجوداته قيمتها بسبب تغير صفات الرسوب ولونه يتغير وهذا حالياً من أهم الشروط للحصول على نتائج وذلك لأسباب معروفة حالياً منها إن بعض البلورات التي تكشف بالفحص لا تكون موجودة أصلاً في البول بل تكون بشكل أملاح ذائبه كأملاح البولينا والتي تترسب خاصة في الأجواء الباردة مما يضلل الفحص وعادة تشكل هذه البلورات رسوباً كبير الكمية ذا لون وردي. كما أن بعض المكونات الخلوية تفسد بعد مرور ساعات على البول كالأسطوانات والكريات البيض والكريات الحمر وكذلك فإن السكر الموجود في البول يستهلك من قبل الجراثيم الموجودة في البول وتتطاير بعض المكونات الكيميائية كالكيتونات

٥) يشترط لجمع البول استخدام قارورة واسعة زجاجية شفافة نقية الجوهر من الزجاج الصافي إذ إن الزجاج المشوب أو الملون قد يظهر البول على غير حاله مما يغير نتيجة الفحص وأن تكون نظيفة مغسولة

دلالات فحص البول

يتحدث ابن سينا عن الدلائل المأخوذة من البول وعن الصفات التي تؤدي لاستنتاج هذه الدلائل. فقد كان لفحص البول دلالة خاصة على الحالة الوظيفية للكبد ومن ثم على مسالك البول وعلى أحوال الأوعية الدموية ومن ثم على أمراض أخرى ويقول ابن سينا في هذا المجال: (وليعلم أن الدلالة الأولية للبول هي على حال الكبد ومسالك المائية وعلى أحوال العروق وبتوسّطها يدل على أمراض أخرى . أصح دلائل ما يدل به على الكبد وخصوصاً على أحوال خدمته)

وتؤخذ هذه الدلالات من البول سبع صفات هي اللون و القوام والصفاء والكدورة والرسوب والمقدار والرائحة والزبد حيث يقول: (والدلائل المأخوذة من البول منتزعة من أجناس سبعة : جنس اللون، وجنس القوام، وجنس الصفاء والكدرة، وجنس الرسوب، وجنس المقدار في القلة والكثرة، وجنس الرائحة، وجنس الزبد).

أما حالياً ففحص البول يقسم إلى ثلاثة أقسام هي: الفحص الفيزيائي الذي يشمل اللون والكثافة النوعية ودرجة الحموضة والمظهر والفحص الكيميائي الذي يشمل اختبارات لكشف المواد التي يعتبر وجودها في البول شاذاً ويدل على أمراض معينة، مثل السكر وخصاب الدم وأخيراً الفحص المجهري للكشف عن المكونات الخلوية السوية والشاذة والبلورات الموجودة في البول، وهو ما كان يدعى قديماً الثفل.

اولا : الفحص الفيزياوي physical examination :

اللون (Color):

ويعرفه ابن سينا على النحو التالي: (وهو ما يحسه البصر فيه من الألوان كالسواد أو البياض وما بينهما) تشمل ألوان البول طبقات اللون الأصفر واللون الأحمر وطبقات اللون الأخضر وطبقات اللون الأسود والبول الأبيض والبول الشبيه بالمني . ومن ألوان البول كذلك ألوان مركبة من ذلك اللون الشبيه بغسالة اللحم الطري واللون الزيتي . ولكل من هذه الألوان دلالته على مزاج وطبيعة المرض وإنذاره بالنسبة للشفاء أو الموت. وللون البول اليوم كما لا يخفى أهمية قصوى في تشخيص بعض الأمراض وفيما ادناه بعض الحالات التي تسبب ظهور البول بالوان مختلفه :

اللون	الأسباب
اصفر فاتح الى اصفر	اللون الطبيعي للبول نتيجة وجود الصبغات البوليه
اصفر داكن	ارتفاع درجة حرارة الجسم او بسبب مزاولة التمارين الرياضيه العنيفه
عديم اللون	انخفاض تراكيز مكونات البول نتيجة تناول كميه كبيره من السوائل
بني غامق	وجود الدم
فضي لامع او حليبي	وجود القيح او البكتيريا او الخلايا الشبكيه (epithelial cells)
اسود	وجود صبغة المولانين
وردي فاتح (خمري)	وجود مادة البورفيرين (احد مكونات الهيموكلوبين)
اصفر ذو رغوه	وجود مادة الصفراء او بسبب تناول بعض العقاقير
برتقالي – اخضر – ازرق - احمر	تناول بعض العقاقير الطبيه

ونوضح ادناه دلالات لون البول كما اوردها ابن سينا في الطب القديم

١) <u>طبقات اللون الأصفر ودلالاتها</u> يمكن للبول أن يأخذ طبقات اللون الأصفر التي تبدأ باللون التبني فالأترجي فالأشقر ثم الأصفر النارنجي ثم الناري ثم الزعفراني والذي كان يسميه ابن سينا الأحمر الناصع ويشير إلى إن جميع هذه الألوان بعد اللون الأترجي تدل على الحرارة وتختلف بحسب درجات هذه الحرارة وإنها قد تنتج عن التمارين العنيفة والألم ونقص الوارد الغذائي المائي، وذلك حيث يقول: (من ألوان البول طبقات الصفرة، كالتبني ثم الأترجي، ثم الأشقر، ثم الأصفر النارنجي، ثم الناري الذي يشبه صبغ الزعفران وهو الأصفر المشبع ثم الزعفراني الذي يشبه شقرة وهذا هو الذي يقال له الأحمر الناصع وما بعد الأترجي فكله يدل على الحرارة، ويختلف حسب درجاتها . وقد توجبها الحركات الشديدة والأوجاع والجوع وانقطاع مادة الماء المشروب. فإذا اشتدت الصفرة إلى حد النارية وإلى النهاية فيها فالحرارة قد أمعنت في الازدياد وذلك هو الشقرة الناصعة فإذا ازدادت صفاء فالحرارة في النقصان)

٢) <u>طبقات اللون الأحمر</u>: يذكر ابن سينا إن طبقات اللون الأحمر تلي طبقات اللون الأصفر في الترتيب لكنها تختلف عنها في الدلالة فهي جميعاً تدل على غلبة الدم الذي يزداد مقداره كلما زادت قتامة اللون . أما الألوان الأقل قتامة فهي تدل على غلبة المرة وباعتبار المرة ذاتها أسخن من الدم كانت الألوان الأفتح أدل على الحرارة من الأقتم فأكثر الألوان دلالة على الحرارة هو الناري أما أكثرها دلالة على الدم فهو الأحمر القاتم وأكثرها دلالة على غلبة المرة هو الزعفراني ورغم ذلك يمكن أن يكون هناك بول قاتم كالدم نفسه من الأمراض الحادة الدموية دون أن يكون سببه نزفاً وهو يدل عند ذلك على فرط امتلاء دموي وهذا البول يكون خطيراً إذا كان إطراحه بطيئاً وكان مترافقاً مع رائحة نتنة فالبول المدمى - كما هو معلوم حالياً - ينجم إما من منشأ كلوي أو من منشأ دموي نتيجة مرور خضاب الدم الناتج عن انحلال دموي إلى البول ففي حالات الانحلال يكون البول أرق من البول الدموي من منشأ كلوي

٣) <u>طبقات اللون الأخضر</u>: وقد اوضح ابن سينا طبقات اللون الاخضر للبول ودلالاتها فطبقات اللون الأخضر تبدأ بالفستقي الذي يدل على البرد ثم الزنجاري وهو يدل على احتراق شديد وعلى التشنج إذا حدث بعد التعب فهو شديد الدلالة على العطب ثم يليه الاسمانجوني الذي يدل على برد شديد ويسبق ببول أخضر ويدل على شرب السم ثم البتلنجي وهو ككل ما فيه خضرة – عدا الزنجاري والكراثي - يدل على البرد ثم الكراثي وهو يدل عى احتراق شديد وهو أسلم من الزنجاري وفي ذلك يقول: (ثم طبقات الخضرة، مثل البول الذي يضرب إلى الفستقية، ثم الزنجاري، والإسمانجوني والبتلنجي، ثم الكرّاثي. وأما الفستقي، فإنه يدل على برد. وكذلك ما فيه خضرة إلى الزنجاري والكرّاثي، فإنهما يدلان على احتراق شديد. والكرّاثي أسلم من الزنجاري بعد التعب يدل على تشنّج.

٤) <u>طبقات اللون الأسود</u>: يذكر منها عدة طبقات مع ذكر أسبابها الممكنه، فمنها نوع يتدرج من الزعفراني إلى الأسود ويكون سببه صفراوياً كما في اليرقان والثاني أسود قاتم وآخر أسود مع خضرة وبتلنجية وهو الأسود الصرف وفي ذلك يقول ابن سينا : (وأما طبقات اللون الأسود، فمنه أسود سالك إلى السواد طريق الزعفرانية،كما في اليرقان، ويدل على تكائف الصفراء واحتراقها، بل على السوداء الحادثة من الصفراء، وعلى اليرقان. ومنه أسود آخذ من القتمة، ويدل على السوداء الدموية. وأسود آخذ من الخضرة والبتلنجية، ويدل على السوداء الصرف. والبول الأسود في الجملة يدل، إما على شدة احتراق، وإما على شدة برد، وإما على موت من الحرارة الغريزية وانهزام، وإما على بحران ودفع من الطبيعة للفضول السوداوية) . فالبول الأسود إما أن يدل على شدة احتراق ويستدل عليه من وجود احتراق شديد وتقدمه ببول أصفر وأحمر ويكون ثفله قليلاً غير متماسك وكذلك فهذا البول ليس شديد السواد بل معه زعفرانية وصفرة (في اليرقان) أو قتامة وقد يترافق مع رائحة شديدة أو على البرد ويعرف بتقدمه ببول

مائل إلى الخضرة ويكون ثفله قليلاً مجتمعاً كأنه جاف وهو شديد السواد خالصه ولا يترافق مع رائحة أو إنه يحدث لسقوط الحرارة الغريزية أو على سبيل التنقية والبحران كما في انحلال علل الطحال وأوجاع الظهر والرحم والحمّيات السوداوية النهارية والليلية (ويستدل على الحادث لسقوط القوة الغريزية بما يعقبه من سقوط القوة وانحلالها. ويستدل على الحادث على سبيل التنقية والبحران، كما يكون في أواخر الربيع وانحلال علل الطحال وأوجاع الظهر والرحم والحميات السوداوية النهارية والليلية والآفات العارضة من احتباس الطمث كما يصيب النساء اللواتي قد احتبس طمثهن والبول الأسود سيء الإنذار وخصوصاً في الأمراض الحادة، ولاسيما إذا كان مقداره قليلاً

٥) <u>طبقات اللون الأبيض</u>: وهنا يستمر ابن سينا في منهجه في العرض، حيث يبدأ بتعريف هذا اللون الذي يشمل معنيين: الأول هو الشفاف الرقيق، وهذا يسمى عند العامة أبيض، والثاني هو اللون الأبيض الحقيقي القاني وهذا لا ينفذ فيه البصر فهو غير شفاف فالشفافية هي كون المادة لا لون لها. وفي تبيين ذلك يقول: (وأما البول الأبيض فقد يفهم منه معنيان: أحدهما أن يكون رقيقاً مشفاً، فإن الناس قد يسمون المشفّ بالأبيض، كما يسمون الزجاج الصافي والبلور الصافي أبيض. والقاني الأبيض بالحقيقة هو الذي له لون مفرّق للبصر مثل اللبن وهذا لا يكون مشفاً ينفذ فيه البصر لأن الإشفاف بالحقيقة هو عدم الألوان كلها) ثم يستعرض دلالات كل منهما فهو يعتبر أن الشفافية دليل على البرد ومؤشر على النضج ويدل على البلغم إن كان غليظاً في حين أن الأبيض الحقيقي لا يكون إلا غليظاً ويصف له عدة أصناف فمنه ما يكون بياضه مخاطياً ومنه ما يكون بياضه دسمياً ومنه بياضه إهالي وآخر بياضه فقاعي ومنه ما يشبه المني ولكل منها دلالته، فهو يقول: (فالأبيض بمعنى المشف دليل على البرد جملة ومونس على النضج وإن كان مع غلظ دل على البلغم. وأما الأبيض الحقيقي فلا يكون إلا مع غلظ، فمن ذلك ما يكون بياضه بياضاً مخاطياً ويدل على كثرة بلغم وخام ومنه ما بياضه بياض دسمي ويدل على ذوبان الشحوم، ومنه ما بياضه بياض إهالي ويدل على بلغم وعلى ذرب واقع أو سيقع، ومنه ما بياضه بياض فقاعي مع رقة ومدة يدل على قروح متقيحة في آلات وربما كان مع حصاة المثانة ومنه ما يشبه المني فربما كان بحراناً لأورام بلغمية ورهل في الأحشاء وأمراض تعرض من البلغم الزجاجي أما إنذار البول الأبيض الحقيقي فرديء عموماً وفي جميع حالاته وفي ذلك يقول: (وأما إذا كان البول شبيهاً بالمني ليس على سبيل البحران ولا لأورام بلغمي بل إنما وقع ابتداء فإنه إنما ينذر بسكتة والبول الرصاصي بلا رسوب رديء جداً. والبول اللبني أيضاً في الحادة مهلك وبياض البول في الحميات الحادة أن الصفراء مالت إلى عضو يتورم أو إلى إسهال والإهالي الشبيه بالزيت في الحميات الحادة ينذر بموت

٦) <u>أما الألوان المركبة فهي عند ابن سينا على أنواع هي:</u>

(١) اللون الشبيه بغسالة اللحم: الذي يشبه لون الدم إذا ألقي في الماء، وسببه إما أن يكون من ضعف الكبد وهو الأغلب وله علامات منها ضعف الهضم وانحلال القوى، أو أنه يكون من كثرة الدم وفيه تكون القوة قوية

(٢) اللون الزيتي: ويعرفه بأنه صفرة يخالطها سلقية، ويشبه الزيت بلونه وشفافيته وقوامه، وهو دال على الشر في أغلب الأحوال ويكون دالاً على الهلاك إذا كان منتناً وهو يدل على الاستسقاء والسل والقولنج الرديء إذا خالطه شيء من دم منحل وهو يقسم البول الزيتي عموماً إلى ثلاثة أقسام هي : الذي يكون كله دسما والذي يكون أسفله أو أعلاه فقط دسماً والزيتي في لونه فقط.

(٣) الأرجواني: وهو رديء قتال

وهو يقول في الألوان المركبة: (ومن ألوان البول ألوان مركبة من ذلك اللون الشبيه بغسالة اللحم الطري ويشبه دماً ديف في الماء وقد يكون من ضعف الكبد وقد يكون من كثرة الدم وأكثره من ضعف الكبد من أي سوء مزاج غلب ويدل عليه ضعف الهضم وانحلال القوى فإن كانت القوة قوية فليس إلا من كثرة الدم . . . ومن ذلك اللون الزيتي وهو صفرة يخالطها سلقية ويشبه الزيت للزوجة فيه وإشفاف . . . وفي أكثر الأحوال يدل على الشر ولا يدل على الخير والنضج الصلاح . . . والمهلك ما كانت دسومته منتنة وخصوصاً البول منه قليلاً وإذا خالطه شيء كغسالة اللحم الطري فهو أردأ وهذا أكثره في الاستسقاء والسل والقولنج الرديء . . . وبالجملة فإن البول الزيتي ثلاثة أصناف فإنه : إما أن يكون كله دسماً أو يكون أسفله فقط أو يكون أعلاه دسماً وأيضاً فإنه أما أن يكون زيتياً في لونه فقط كما في السل . . . ومن ذلك الأرجواني وهو رديء قتال لأنه يدل على احتراق المرتين).

الشفافيه Transparancy :

ونعني به كون البول رائقاً أو عكراً وهو يعطي فكرة عن مقدار الرسوب ومكوناته. وتصنف الشفافيه بانها نقيه (Clear) او مشوشه (Cloudy) او عكره (Turbid)

ومن اهم مسببات التشويش في شفافية البول وجود الاملاح المتبلوره بالبول او وجود الخلايا الشبكيه (Epithelial cells) وكذلك وجود القيح (Pus cells) او الدم (Blood) او البكتيريا

التفاعل (Reaction) :

ويتراوح التركيز الهيدروجيني (pH) للبول ما بين (4.8 – 8.0) في الحالات الطبيعيه ويميل الى الجانب الحامضي في معظم الاشخاص واذا ما ترك البول مده من الوقت يتحول الى قاعدي نتيجة لتحلل اليوريا الى امونيا

وتحدث الحموضه العاليه في البول في امراض الحميات وداء السكري بينما تظهر قاعدية البول العاليه في حالات المعالجه بالمواد القلويه او احتباس البول

القوام او الكثافه النوعيه او الوزن النوعي (specific gravity):

الوزن النوعي هو اصطلاح يعبر عن النسبه بين وزن حجم معين من الماده ووزن الحجم نفسه من الماء

الوزن النوعي للبول = وزن حجم معين من البول / وزن نفس الحجم من الماء

والوزن النوعي للماء = 1.000

ونظرا لوجود المواد الذائبه في البول فان الوزن النوعي للبول يكون اكبر من الوزن النوعي للماء ويكون في الحالات الطبيعيه (1.030 – 1.008)

ويرتفع الوزن النوعي للبول عن مستواه الطبيعي في حالات التهاب الكليه والحميات وفي حالة داء السكري نتيجة وجود السكر الذائب في البول

بينما ينخفض الوزن النوعي للبول في حالات التهاب الكليه المزمن والبول السكري الكاذب (Diabetus insipedus) نتيجة الوفره في كمية البول المطروحه

ويعتبر قياس الوزن النوعي للبول من اهم الدلالات لقياس قابلية الكليه على التركيز او التخفيف او بمعنى اكثر ايضاحا قابلية الكليه على انتاج بول بون نوعي طبيعي

ثانيا : الفحص الكيميائي Chemical examination :

ويشمل الفحص الكيميائي عددا كبيرا من الفحوصات ولكن معظم هذه الفحوصات لايتم اجرائها اثناء الفحص الروتيني للبول ولكن يتم فحصها بناء على طلب الطبيب المعالج

والفحوصات الكيميائيه التي تجرى على البول بصوره روتينيه هي

١) الكشف عن وجود الالبومين (Albumin)

الالبومين هو احد البروتينات المكونه لمصل الدم والتي لاتوجد بالبول في الحالات الطبيعيه وعند وجوده في البول فانه يعني حاله مرضيه يطلق عليها البول الالبوميني (Albuminuria) وهي حاله يتسرب فيها الالبومين من المجرى الدموي الى البول عبر الكليه نتيجة وجود خلل في جهاز الترشيح الكليوي

٢) الكشف عن وجود السكر (Sugar)

كما هو الحال في حالة الالبومين لايوجد السكر بصوره طبيعيه في البول وعند وجود السكر في البول فان هذه الحاله تسمى بالبول السكري (Glycosuria) ويحدث ذلك عند المرضى المصابين بداء السكري (Diabetus mellitus او الاضطرابات العاطفيه او عند القيام بالتمارين الرياضيه الشاقه

٣) الكشف عن وجود الاجسام الكيتونيه (Ketone bodies)

لاتوجد الاجسام الكيتونيه بصوره طبيعيه بالبول ووجود الاجسام الكيتونيه بالبول يعبر عنها بالمصطلح الطبي (Ketonuria)

كما هو معروف في الحالات الطبيعيه ان سكر الكلوكوز هو المصدر الرئيس لحصول الجسم على الطاقه وعند المرضى الغير قادرين على استخدام سكر الكلوكوز للحصول على الطاقه (كما في حالة المرضى المصابين بداء السكري او في حالة المجاعه) يقوم الجسم باكسدة المركبات الدهنيه لغرض الحصول على طاقته منها والتي تسمى بالطاقه البديله (alternative source of energy) وتسمى هذه الحاله بالهدم الايضي الغير طبيعي للدهون (Abnormal fat metabolism) ونتيجة لذلك تتكون كميه كبيره من الاجسام الكيتونيه والتي يحاول الجسم التخلص منها عن طريق طرحها بالبول كون ان تراكمها بالدم يؤدي الى اصابة المريض بالحاله المسماه بتحمض الدم (Acidosis) والتي تؤدي الى حدوث اغماء للمريض (Coma) وقد تؤدي الى الوفاة

ثالثا : الفحص المجهري Microscopical examination :

ويتم الفحص المجهري على الراسب الذي يتم الحصول عليه بعد اجراء عملية الطرد المركزي (Centrifugation) على عينة البول باستخدام جهاز الطرد المركزي (Centrifuge) ويوضح الجدول التالي اهم المكونات التي يمكن رؤيتها عند الفحص المجهري للبول والاسباب المرضيه لذلك

الماده المترسبه	الاسباب العامه لوجودها
القيح او الخلايا القيحيه Pus cells	التهاب الاحليل او المثانه او الكليه
كريات الدم الحمراء R.B.Cs	نزيف المثانه او الرحم او الكليه
ترسبات ملحيه بلوريه Crystals	وجود الحصوات
ترسبات ملحيه رمليه Amorphous	وجود الحصوات
الخلايا الشبكيه epithelial cells	التهاب المجاري البوليه او التهابات الجهاز التناسلي الانثوي
مخاط mucus threads	التهاب المجاري البوليه او التهابات الجهاز التناسلي الانثوي
قوالب يوليه Casts	التهاب الكليه Nephritis
بكتيريا	التهابات بكتيريه للمجاري البوليه
طفيليات مثل Trichomonas او بيوض الطفيليات مثل بيوض طفيل البلهارسيا	الاصابه بالطفيليات

الدم Blood

الدم هو سائل لزج لونه أحمر قاني في غاية التعقيد قليل القلويه دهني الملمس له طعم مالح ورائحه مميزه يملأ الأوعية الدموية ويندفع إلى جميع أجزاء الجسم بفضل انقباض عضلة القلب ويبلغ حجمه حوالي ٥ ـ ٦ لترات في الشخص البالغ وهو يتكون من مادة سائلة تسمى البلازما (plasma) يسبح فيها ثلاثة أنواع من الخلايا هي: خلايا الدم الحمراء، خلايا الدم البيضاء، الصفائح الدموية وإذا منع الدم من التجلط وترك جانباً نجد أن الخلايا تهبط إلى القاع، لعلو كثافتها تاركة البلازما في الجزء العلوي كسائل شفاف مائل للاصفرار وقد وجد أن حجم الخلايا = ٤٥% من الدم أما حجم البلازما فهو ٥٥%

وظائف الدم :

١) يحمل الدم الأكسجين من الرئتين إلى الأنسجة وكذلك ثاني أكسيد الكربون المتولد من نشاط الأنسجة إلى الرئتين ليخرجى في هواء الزفير
٢) يحمل الدم المواد الغذائية الأولية التي تمتصها الأمعاء إلى الخلايا المختلفة لاستعمالها في إنتاج الطاقة اللازمة لنشاط الجسم
٣) يقوم الدم بحمل الفضلات الضارة المتبقية نتيجة لعملية التمثيل الغذائي في الجسم وذلك لطرحها الى خارج الجسم من خلال أجهزة الإخراج كالكلى والجلد فيتخلص منها الجسم عن طريق البول والعرق
٤) يحتوى الدم على خلايا الدم البيضاء كما أنه ينتج الأجسام المضادة التي تقوم بدور أساسي في حماية الجسم ووقايته من الأمراض
٥) ينتقل الماء بسهولة بين سوائل الجسم المختلفة سائل الخلايا وسائل ما بين الخلايا ويساعد الدم في حفظ توازن الماء بالجسم بحمل الماء الزائد لأجهزة الإخراج بحيث يكون هناك اتزان بين ما نحصل عليه من ماء عن طريق الشراب والطعام وبين ما نفقده عن طريق البول والعرق
٦) يقوم الدم بامتصاص الحرارة من الأعضاء الداخلية والعضلات وأثناء انتقاله منها إلى الأعضاء الخارجية، وتحت الجلد يمكن للجسم أن يتخلص من الحرارة الزائدة عن طريق الإشعاع والحمل والبخر
٧) يحمل الدم الهرمونات وبعض المواد الهامة اللازمة لتنظيم عملية التمثيل الغذائي في الجسم
٨) حفظ الضغط الأسموزي للدم وسائر الأنسجة وذلك بفضل بروتينات البلازما هذا الضغط لازم لحفظ حجم الدم وتكوين سائل الأنسجة والبول

مكونات الدم :

بلازما الدم Plasma :

هي سائل شفاف قلوي التفاعل يميل إلى الاصفرار والذي تسبح فيه كريات الدم ويبلغ حجم البلازما ٥٥% من حجم الدم. ويحتوي بلازما الدم على ما يقرب 8 – 9 % من المواد الصلبه وتكون غالبيتها مواد بروتينيه

وفيما ادناه اهم المحتويات المكونه لبلازما الدم :

أ ـ الماء ويكون حوالي ٩٠% من حجم البلازما.

ب ـ بروتينات البلازما وتبلغ حوالي 6 - 8.5 % من حجم بلازما الدم وأهمها الألبيومين والكلوبيولين والفيبرينوجين.

ج ـ مواد غذائية ممتصة من الأمعاء وأهمها الغلوكوز والأحماض الأمينية والدهنية.

د ـ أملاح غير عضوية وأهمها أملاح الصوديوم والبوتاسيوم والماغنسيوم والكالسيوم ... الخ.

هـ ـ نواتج عمليات التمثيل الغذائي بالجسم مثل اليوريا وحامض اليوريك والكرياتينين

و ـ إفرازات الغدد الصماء.

كرات الدم الحمراء : Red Blood cells or Erythrocytes

هي كرات على شكل أقراص مقعرة السطحين لها جدار رقيق وليس لها نواة ويبلغ معدل قطر كريات الدم الحمراء 8.8 ميكروميتر كما ان مساحة سطح الكريه الحمراء تبلغ ($0.00013\ ml^2$) وتعتبر هذه المساحه السطحيه كبيره اذا ماقورنت بحجم الكريه وتساعد هذه المساحه السطحيه الكبيره في تسهيل تبادل المواد وخاصة الاوكسيجين وثاني اوكسيد الكربون

وتحتوي كرات الدم الحمراء بداخلها على مادة الهيموجلوبين وهي عبارة عن مركب من الحديد والبروتين والهيموجلوبين هو الذي يعطي الدم لونه الأحمر ومن مميزات هذا المركب أنه سهل الاتحاد بالأكسجين ولذلك سميت كرات الدم الحمراء حاملة الأكسجين، وعدد كرات الدم الحمراء في الرجل حوالي خمسة مليون خلية في المليمتر المكعب أما عددها في المرأة فهي حوالي أربعة ونصف مليون في المليمتر المكعب.وعندما يتشبع بالأكسجين يصبح لونه أحمر قاني وذلك لتكون مادة الأوكسي هيموجلوبين وهذا يحدث عند تعرض الدم لضغط عالي من الأكسجين، كما يحدث في الرئتين وعندما يتعرض الأوكسي هيموجلوبين إلى ضغط منخفض من الأكسجين، كما يحدث في الأنسجة فإنه يفقد جزء من أكسجينه ويصبح الدم لونه مائلاً للزرقة والهيموجلوبين يتحد أيضاً مع ثاني أكسيد الكربون في الأنسجة ويتخلى عنه في الرئتين. ولذلك فإننا نجد الدم في الشرايين أحمر اللون بينما نجده مائلاً للزرقة في الأوردة

يبدأ تكوين خلايا الدم الحمراء من الأسبوع الرابع من الحمل وحتى الشهر السادس منه في الطحال والكبد و في الثلاثة أشهر الأخيرة من الحمل تتكون هذه الكرات في نخاع العظام وقليلاً منها في الطحال والكبد.وفي الأطفال والبالغين تتكون كرات الدم الحمراء في نخاع العظام الأحمر الموجود في العظام المفلطحة كعظام الوجه والكتف والجمجمة والضلوع والعمود الفقري ونهايات العظام الطويلة في الجسم كعظمة الفخذ والعضد . وتؤدي هذه الكرات وظيفتها لمدة زمنية محدودة وهي حوالي ١٢٠ يوم وبعد ذلك يلتقط الطحال الكرات التي هرمت والمتكسرة ليحللها فيخرج منها مادة الهيموجلوبين.ويتم أيضاً تحليل الهيموجلوبين لتكوين الصبغات الصفراوية التي يتخلص منها الدم بطردها مع عصارة الصفراء. وكرات الدم التي تنكسر يحل محلها في الحال كرات جديدة في نخاع العظام

كرات الدم البيضاء : White Blood cells or Leucocytes

وتختلف الخلايا البيضاء عن الخلايا الحمراء بعدم وجود الهيموجلوبين ولكنها تتميز عنها بوجود نواه وفي الحقيقة فإن اللون الأصلي لهذه الخلايا يعتبر شفافاً لكنه نتيجة لانعكاس الضوء تظهر تحت المجهر باللون الأبيض. ويبلغ عددها من ٤٠٠٠ إلى ١٠ آلاف في المليمتر المكعب من الدم .

أنواع الخلايا البيضاء في الدم:

يمكن تمييز خمسة أنواع من الخلايا البيضاء تحت المجهر وهذا التمييز يعتمد على شكل النواة وأقسامها وعلى نوع الصبغة التي تكتسبها الخلية

.أ ـ خلايا محببة وتشمل:ـ

- **خلايا نيوتروفيل(Neutrophil) : وتمثل حوالي ٦٠% من العدد الكلي**
- **خلايا إيزينوفيل(Eosinophil) : وتمثل حوالي ١ ـ ٣% من العدد الكلى**
- **خلايا البازوفيل(Basophil) : وتمثل من ٠ ـ ١ % من العدد الكلي**

.ب ـ خلايا غير محببة:

- **خلايا ليمفاوية (Lymphocytes) : وتمثل حوالي ٢٠ ـ ٤٥ % من العدد الكلي .**
- **مونوسايت(Monocytes) : وتمثل حوالي ١ ـ ٨ % من العدد الكلي .**

مكان تكون خلايا الدم البيضاء:

أ ـ الخلايا المحببة: تتكون في نخاع العظام الأحمر.

ب ـ الخلايا غير المحببة: تتكون في الأنسجة الليمفاوية كالطحال والكبد والغدد الليمفاوية.

مدة حياة خلايا الدم البيضاء:هي قصيرة جداً إذا قورنت بخلايا الدم فعمرها حوالي بضع ساعات في حالة الخلايا الليمفاوية ومن يوم إلى يومين في باقي الخلايا البيضاء، والخلايا البيضاء عادة ما تغادر الجهاز الدوري لتقوم بوظائفها بالأنسجة.

التغيير في عدد خلايا الدم البيضاء:

أ ـ يزيد عددها في الأطفال والحوامل وجميع الأمراض الحادة مثل الالتهاب الرئوي.

ب ـ ويقل عددها في حالات الأمراض المزمنة كالتيفود وفي المجاعة وسوء التغذية

وظائف خلايا الدم البيضاء:

تقوم خلايا الدم البيضاء بالعديد من الوظائف الهامة وهي:

أ ـ الوظيفة الأساسية لها هي الدفاع ضد غزو الميكروبات

ب ـ تفرز خلايا الأزينوفيل مادة الهستامين التي تؤثر على الأوعية الدموية فتسبب اتساعها كما تزيد في حالات الحساسية بالجسم .

ج ـ تفرز البيزوفيل مادة الهيبارين التي تمنع تجلط الدم .

د ـ تفرز الخلايا الليمفاوية الأجسام المضادة التي إما أن تعادل سموم الميكروبات أو تعمل على ترسيب الميكروبات.

هـ ـ وظيفة المونوسايت: فهي مثل النيتروفيل تقوم بالتهام البكتريا ولكنها لكبر حجمها فهي تستطيع أيضاً التهام البروتوزوا المختلفة كالأميبيا وغيرها وكذلك تساعد على التئام الأنسجة

الصفائح الدموية Platlets:

وهي أجسام صغيرة جداً بيضاوية وليس لها نواة ويبلغ عددها حوالي ٢٥٠,٠٠٠ إلى ٥٠٠,٠٠٠ مم مكعب من الدم وتتكون في نخاع العظام الأحمر وفترة حياتها حوالي خمسة أيام يأخذها بعد ذلك الطحال لتفتيتها وتحليلها. وظيفة هذه الصفائح أنها تعمل على تجلط الدم عند حدوث إصابة فبذلك تساعد على إيقاف النزيف وعلى التئام الجروح.

تجلط الدم او تخثر الدم (Blood cloting or Blood coagulation):

عند ترك انموذج من الدم حديث الذرف سرعان ما يطرأ عليه عددا من التغيرات اولها ان يصبح اكثر هلاما احمر ويطلق على هذه الظاهره تجلط او تخثر الدم . وفي الاحوال الطبيعيه فان عملية تخثر الدم تتم خلال فتره زمنيه من خمس الى عشر دقائق من اخذ العينه وهذه الفتره يطلق عليها بزمن تجلط الدم (cloting or coagulation time)

ان عملية تخثر الدم عمليه معقده يدخل فيها العديد من المركبات الموجوده بالدم ولاحاجة لنا ان نتحدث عنها تفصيليا حيث يمكن الاطلاع على تفاصيلها في الكتب والمراجع ذات العلاقه بيد اننا يجب ان نشير الى اهم هذه المواد الموجوده بالدم والتي لها علاقه بتخثر الدم وذلك لاهميه هذه المواد عند اختيارنا لاحد المواد المانعه للتخثر (Anticoagulants) والتي قد يتطلب اجراء الفحص الكيميائي السريري استخدامها ومن اهم هذه المركبات التي تدخل في عملية تخثر الدم :

١) مادة البروثرومبين (Prothrombin)
٢) بروتين بلازما الدم الفيبرينوجين (Fibrinogen)
٣) ايون الكالسيوم (Calcium ion)

ونظرا لسرعة تخثر الدم في الانابيب التي يتم وضع نماذج الدم بها وعند الحاجه لاجراء التحليل باستخدام عينة الدم الكامل (Whole Blood) او بلازما الدم (Plasma) فلذلك تستخدم مواد تضاف الى عينة الدم تسمي بالمواد مانعة التخثر (Anticoagulants) والتي تعمل معظمها على ازالة ايون الكالسيوم الموجود في عينة الدم مثل املاح الاوكسلات (Oxalate) او املاح السترات (Citrate) وبذلك فان عملية تخثر الدم لاتتم نظرا لعدم وجود ايون الكالسيوم والذي يعتبر من اهم المركبات اللازمه لاتمام عملية تخثر الدم والذي يتم التخلص منه بواسطة مانع التخثر

اما داخل جسم الانسان فان الماده التي تعمل على عدم تخثر الدم اثناء سيره خلال الاوعيه الدمويه تسمى بالهيبارين (Heparin) والتي تفرزمن قبل كريات الدم البيضاء المسماة بالبيزوفيل (Basophil) ويوجد الهيبارين بوفره في نسيج الكبد والرئتين

عندما يتخثر الدم وعند فصل مكونات الدم المتخثر بعملية الطرد المركزي فان السائل الاصفر المتكون يسمى بمصل الدم (Serum) والذي يحتوي كافة المركبات الموجوده في بلازما الدم ماعدا بروتين الفيبرينوجين والذي يعتبر من المركبات التي تدخل في عملية تخثر الدم

الأس الهيدروجيني للدم Blood pH :

يميل الأس الهيدروجيني للدم الى الجانب القاعدي الضعيف (Slightly alkaline) ويتراوح بين pH 7.3 الى pH 7.5 والذي عادة ما يمثل الأس الهيدروجيني لبلازما الدم حيث ان الاس الهيدروجيني لكريات الدم الحمراء = 7.1

ويرجع ثبوت الاس الهيدروجيني للدم للعوامل التاليه :

١) كفاءة الدم العاليه على درء (Buffering) التغيرات التي قد تحدث نتيجة ارتفاع المواد الحامضيه او القاعديه بالجسم
٢) قدرة الكليع على تكوين الامونيا (ammonia) من الحامض الأميني الكلوتاميك (Glutamic acid) وذلك لمعادلة اي حموضه قد تحدث
٣) قدرة الكليه على طرح الفوسفات الحامضيه (HPO_4^-) بدرجه اكبر من الفوسفات القاعديه (HPO_4^{-2})

عند انخفاض الاس الهيدروجيني للدم عن 7.3 فان الشخص يكون مصابا بالحاله التي تسمى تحمض الدم (Acidosis) بينما اذا ارتفع الاس الهيدروجيني للدم عن 7.5 فان الشخص يصاب بحالة قلاء الدم (alkalosis)

وتحدث الحامضيه نتيجة احد الاسباب التاليه :

١) تكون كميه زائده من الحوامض الكيتونيه مثل حامض خلات الخليك (acetoacetic acid) وحامض البيتا هيدروكسي بيوتيرك (β – hydroxyl butyric acid) وذلك نتيجة عدم التاكسد الكامل للدهون كما يحدث في حالات المجاعه (starvation) وداء السكري
٢) عدم قدرة الكليه على طرح الفوسفات الحامضيه (HPO_4^-) ويحدث في حالة التهاب الكليه المزمن (Chronic Nephritis)
٣) تناول مواد حمضيه او مواد منتجه للاحماض بكثره مثل كلوريد الأمونيوم (NH_4Cl)
٤) عدم القدره على التخلص من ثاني اوكسيد الكربون كما قد يحدث في بعض امراض الرئه

بينما نجد ان القاعديه قد تحدث نتيجة :

١) فقدان كميه زائده من ثاني اوكسيد الكربون نتيجة سرعة التنفس (Over breathing) والذي يحدث في حالات نقص الاوكسيجين عند الصعود للمرتفعات الشاهقه (high – altitudy) او عند الاصابه بالحمى الشديده وامراض القلب (Heart diseases)
٢) فقدان كميه كبيره من حامض الهيدروكلوريك (HCl) الموجود بالمعده نتيجة القئ الشديد والمستمر (Sever prolonged vomiting)
٣) الاحتفاظ بالقلويات عند تناولها مثل بيكربونات الصوديوم ($NaHCO_3$)

الكثافه النوعيه للدم (Blood specific gravity) :

تبلغ الكثافه النوعيه للدم الطبيعي بين (1.067 – 1.041) بينما تكون الكثافة النوعيه لبلازما الدم بين (1.038 – 1.024) وتتناسب تناسب طردي مع كمية البروتينات الموجوده في بلازما الدم

لزوجة الدم Blood viscosity :

يعتبر معرفة لزوجة الدم من الاشباء المهمه جدا لانها تعبر عن مدى المقاومه لسريان الدم خلال الشعيرات الدمويه والاوعيه الدمويه الصغيره وتبلغ لزوجة الدم في الحالات الطبيعيه خمسة اضعاف لزوجة الماء وتتراوح لزوجة الدم الكلي (5.4 – 3.6) بينما تكون لزوجة بلازما الدم في الحالات الطبيعيه بين (2.0 – 1.7) وترجع لزوجة الدم الى كريات الدم الحمراء والكريات البيضاء ولذلك فان اي تغير يحدث في كمية كل منهما يؤثر تاثيرا مباشرا في لزوجة الدم فنجد ان لزوجة الدم يحدث ارتفاع غير طبيعي بها عند الزياده في عدد كريات الدم الحمراء كما في حالة (polycythaemia) او عند الزياده في كريات الدم البيضاء كما في حالة اللوكيميا (leukemia) في حين يحدث انخفاض في لزوجة الدم في حالات النزف والانيميا الخبيثه

موانع التخثر Anticoagulants :

وهي مواد تضاف الى عينة الدم بعد سحبها من المريض لغرض منع تخثره وذلك عندما تكون الحاجه لاجراء التحليل على عينة الدم الكامل (whole blood) او بلازما الدم (Plasma) ومن اهم موانع التخثر المستخدمه ما يأتي :

١) الهيبارين Heparin
٢) املاح الاوكسالات (Oxalate)
٣) املاح السترات (Citrate)
٤) EDTA (Ethlene diamine tetraacetic acid)

وتجدر الاشاره هنا الى ان معظم تحاليل الكيمياء السريريه الحديثه تجرى على عينة مصل الدم (serum) اي لايتم استخدام موانع التخثر مع عينة الدم

الفصل الثالث

الشوارد (الإلكتروليتات)

الشوارد (Electrolytes)

وهي المواد الكيمياويه التي تنتج ايونات عند ذوبانها في السوائل وتكسبها القدره على التوصيل الكهربائي . وتوجد الشوارد في جسم الانسان وتلعب دورا مهما لاحداث التوازن الطبيعي لاداء الوظائف بصوره طبيعيه لخلايا اجسامنا واعضائه .
يبلغ مجموع تركيز الشوارد في جسم الانسان ٣٠٨ مللي مول / لتر منها ١٥٤ مللي مول / لتر ايونات موجبه (Cation) وكذلك ١٥٤ مللي مول / لتر ايونات سالبه (Anion) وتتوزع بالتساوي مابين السائل الداخل خلوي (Intracellular fluid) والسائل الخارج خلوي (Extracellular fluid) وذلك لاحداث التوازن الكهربائي على غشاء الخليه .
ومن اهم الشوارد ذات الاهميه السريريه والتي يمكن قياس مستوياتها في الدم الصوديوم والبوتاسيوم والكلوريد والبيكربونات اضافة الى الكالسيوم والحديد .

الصوديوم Sodium

(Normal value = 135 – 145 mEq / l serum or 135 – 145 mmol / l serum)

يعتبر الصوديوم الايون الموجب الرئيسي (Cation) في السائل الخارج خلوي(Extracellular fluid) ورمزه الكيمياوي (Na^+) . ويعمل الصوديوم على تنظيم التوازن المائي في جسم الانسان كما ان انتقاله عبر جدار الخليه من داخل وخارج الخليه وبالعكس يلعب دورا مهما في وظائف الجسم الهامه .
ان معظم العمليات الحيويه التي تحدث وخصوصا في الدماغ والخلايا العصبيه والعضلات تحتاج الى اشاره كهربائيه لغرض التوصيل وحركة الصوديوم عبر جدار الخليه يوفر تلك الطاقه الكهربائيه .ويمكن ان نلخص الوظائف اللاساسيه للصوديوم بوظيفتين رئيسيتين وهما :

١) يحافظ على التوزيع الطبيعي للماء في خلايا الجسم
٢) يحافظ على مستوى الظغط الاوزموزي (التنافذي) في مختلف الانحاء السائله

يحتوي الغذاء اليومي الاعتيادي على (٨ – ١٠ غرام) من كلوريد الصوديوم (١٣٠ – ٢٦٠ مللي مول / لتر) والذي يحدث امتصاصه عبر القناة المعديه المعويه Gastrointestinal tract
ويعتبر الصوديوم من المواد التي لها حد كليوي معين (عتبه كليويه Renal threshold) يتراوح بين (١١٠ – ١٣٠ مللي مول / لتر) ويعني ذلك بانه عندما يزداد مستواه في مصل الدم عن هذا الحد يتم طرحه الى خارج الجسم عن طريق الادرار للحفاظ على مستواه الطبيعي في مصل الدم
يترشح الصوديوم بواسطة الكبيبات الكليويه (Nephrons) ثم يعاد امتصاصه بنسبة (٨٠ – ٨٥ %) بواسطة الانابيب الكليويه القريبه والبعيده (Proximal Tubules) واحيانا تصل عملية اعادة الامتصاص (Re absorption) الى ٩٩ % تقريبا وتتم عملية اعادة الامتصاص تحت تاثير هرمون الالدوستيرون الكظري (Aldosterone) . وتعتبر عملية تبادل ايونات الصوديوم بايونات الهيدروجين (H^+) من اهم العمليات التي تؤدي الى تحميض البول وجعله حامضيا Acidic

الأهميه السريريه للصوديوم Clinical significance :

١) انخفاض الصوديوم عن مستواه الطبيعي بالدم Hyponatremia

ويقل الصوديوم عن مستواه الطبيعي في مصل الدم في الحالات التاليه

- **التبول الشديد (Polyuria) كما في حالة البول السكري الكاذب Diabetes insipidus**
- **التحمض السكري (Diabetes Acidosis) وتحدث في حالات مرض السكري الشديد والتي تؤدي الى طرح الايونات الموجبه والسالبه معا .**
- **الاسهال الشديد كيث يؤدي الى طرح الصوديوم بكميات كبيره مع الغائط**
- **الامراض التي تصيب الانابيب الكليويه (Proximal tubules) مما يؤدي الي عدم اعادة امتصاص الصوديوم مرة ثانيه بعد ترشحه او عدم مبادلته بايونات الهيدروجين .**
- **حالات ضغط الدم الواطئ (Hypotonic blood pressure)**

٢) ارتفاع الصوديوم عن مستواه الطبيعى فى مصل الدم Hypernatremia

يزداد الصوديوم عن مستواه الطبيعي في مصل الدم في الحالات التاليه

- **) الافراط في افراز الغده الكظريه (Hyperadrenalism) ويعرف هذا المرض بمتلازمة كوشنك (Cushing's syndrome) حيث يزداد امتصاص الصوديوم من قبل الانابيب الكليويه نتيجة الافراز المفرط للغده الكظريه للهرمونات المسيطره على عملية اعادة الامتصاص .**
- **) الانكاز الشديد (Severe Dehydration) حيث يخسر الجسم كميات كبيره من الماء ينتج عنه زياده في تركيز الصوديوم .**
- **حالة الاغماء التي تحدث لمضى السكري (Coma) بعد المعالجه بالانسولين حيث يعتقد ان ازالة السكر الفائض من مصل الدم يؤدي الى انتقال الصوديوم من داخل الخليه الى محيطها السائل الخارجي للمحافظه على الضغط التنافذي النتساوي في كلا الناحيتين من الخليه**
- **بعد العلاج باملاح الصوديوم**
- **حالات ارتفاع ضغط الدم (Hypertonic blood pressure)**

البوتاسيوم Potassium

Normal value in seum = 3.5 – 5.0 mEq / l serum or 3.5 – 5.0 mmol / l serum

يعتبر البوتاسيوم من الايونات الموجبه الرئيسيه في السائل الخلوي (Intracellular fluid) ورمزه الكيمياوي (K^+) وبتركيز يقدر بحوالي (١٥٠ مللي مول / لتر) ويكون تركيزه في كريات الدم الحمراء (١٠٥ مللي مول / لتر تقريبا) وهذا يقارب ٢٥ مره اعلى من مستواه في مصل الدم الذي يقارب (٣,٥ – ٥ مللي مول / لتر)
يحتاج جسم الانسان الى حوالي (٨٠ – ٢٠٠ مللي مول) في اليوم الواحد والذي يتم الحصول عليه من الغذاء ويحدث امتصاص البوتاسيوم في القناة المعويه وعند الترشيح الكليوي يعاد امتصاصه كليا تقريبا من قبل الانابيب الكليويه ولا يوجد للبوتاسيوم حد كليوي معين (عتبه كليويه) كما في حالة الصوديوم

الأهميه السريريه للبوتاسيوم Clinical significance :

١) انخفاض البوتاسيوم عن مستواه الطبيعي في مصل الدم Hypokalemia :

يقل البوتاسيوم عن مستواه الطبيعي في مصل الدم في الحالات التاليه :

- **) الاسهال الشديد طويل الامد prolonged Diarrhea**
- **) التقيؤ الطويل الامد prolonged vomiting**
- **) الافراز المفرط لهرمون الالدوستيرون (Aldosterone) والذي يعمل على تخفيض كمية البوتاسيوم المعاد امتصاصها عبر الانابيب الكليويه (عكس عمله مع الصوديوم) وهذا يؤدي الى انخفاض مستوى البوتاسيوم في مصل الدم**

٢) ارتفاع البوتاسيوم عن مستواع الطبيعي في مصل الدم Hyperkalemia :

يرتفع البوتاسيوم عن مستواه الطبيعي في مصل الدم في الحالات التاليه :

- **) شح البول (Anuria) او توقفه او انسداد المجاري البوليه**
- **) الامراض ذات العلاقه بفشل عمل الكليه حيث يؤدي ذلك الى انخفاض كمية البوتاسيوم المزاله من مصل الدم عن طريق الكليه وكذلك زيادة حموضة السائل المحيط بالانابيب الكليويه والذي ينتج عن عملية تبادل ايونات الصوديوم مع الهيدروجين مما يعمل على حجز ايونات البوتاسيوم في مصل الدم**

الكلورايد Chloride (Cl^-)

Normal value in seum = 98 – 108 mmol / l serum

يعتبر الكلورايد الايون السالب (Anion) الرئيسي في السائل الخارج خلوي (Exrtacellular fluid) مكونا حوالي ١٠٣ ملي مكافئ / لتر من مجموع تركيز الشوارد السالبه البالغ ١٥٤ ملي مكافئ / لتر .
يحصل الانسان على حاجته من الكلورايد عن طريق الغذاء ويحدث امتصاص الكلورايد كليا تقريبا عبر الامعاء الدقيقه (small intestine) وينتقل مع الدم خلال الدوره الدمويه حيث يصل الى الكليه حيث يتم ترشيحه ثم اعادة امتصاصه من قبل الانابيب الكليويه القريبه (Proximal tubules) شانه شان المواد المفيده للجسم .

وظائف الكلورايد :

١) يحافظ على عملية توزيع الماء داخل جسم الانسان
٢) يساعد في الحفاظ على الضغط التنافذي (Osmotic pressure) للخلايا
٣) يساعد في الحفاظ على التوازن الطبيعي بين الشوارد الموجبه والسالبه في محيط السائل الخلوي مما يحافظ على حيوية الخلايا .

الأهميه السريريه للكلورايد Clinical significance :

١) ارتفاع الكلوريد عن مستواه الطبيعي في مصل الدم Hyperchloremia :

يرتفع الكلورايد في مصل الدم عن مستواه الطبيعي في الحالات التاليه :

- **) التهاب الكليه البسيط (Acute Nephritis) وذلك لعدم حدوث الترشيح للكلورايد بصوره طبيعيه مما يؤدي الى تراكمه في بلازما الدم . ولكن من الملاحظ في الحالات الشديده من المرض يحدث العكس حيث يقل مستوى الكلوريد عن قيمته الطبيعيه في مصل الدم وذلك بسبب فقده عن طريق الادرار بسبب عدم قدره الجهاز الاخراجي على اعادة امتصاصه بعد ترشحه .**
- **) الأرجاج (Eclampsia) وهو تشنجات تحدث في التجويف البطني والتي تحدث اثناء الحمل والولاده**
- **) الانسداد البروستاتي (Prostatic obstruction) حيث يؤدي التهاب البروستات وتورمها الى حدوث ضغط على المجرى البولي مما قد يتسبب في عدم تسرب الكلورايد الزائد الى خارج الجسم مع الادرار.**

٢) انخفاض الكلوريد عن مستواه الطبيعي في مصل الدم Hypochloremia :

ينخفض الكلورايد في مصل الدم عن مستواه الطبيعي في الحالات التاليه :

- **) الانسداد المعوي (Intestinal obstruction) والذي قد يمنع عملية امتصاص الكلوريد بصوره طبيعيه مما يؤدي الى انخفاضه في مصل الدم**
- **) الاسهال (Diarrhea) حيث يفقد الجسم خلاله كميات كبيره من السوائل والتي تحتوي على المواد الاساسيه ومن بينها ايونات الكلورايد .**
- **مرض اديسون (Addison's disease) وهو مرض ينتج عن اضطراب في عمل الغده الكظريه المجاوره للكليه والتي تقوم بافراز هرمون الادرينالين والذي يؤثر على عضلة القلب ويحدث للمريض المصاب بهذا المرض وهن شديد وهزال وانخفاض في ضغط الدم نتيجة لعدم التوازن بين الايونات الموجبه والسالبه في جسم المريض .**
-

الكالسيوم Calcium

Normal value = 9 – 10.5 mg/100 ml serum or = 2.2 – 2.6 mmol / l serum

يعتبر الكالسيوم من اهم المعادن الموجوده في الجسم بوفره حيث يحتوي جسم الانسان البالغ على ما يساوي واحد كيلوغرام تقريبا من الكالسيوم ٩٩% منها توجد في تركيب العظام والتي عادة ما تكون متحده مع الفسفور مكونه الماده الصلبه في العظام والتي تسمى اباتيت فلوروفوسفات الكالسيوم .
أما الجزء المتبقي من الكالسيوم والبالغ ١% من كميته في الجسم فانه يمثل الجزء الذي ينتقل عبر الدوره الدمويه ويعرف بكالسيوم مصل الدم والذي يمثل حوالي ٥ مللي مكافئ / لتر من مجموع ايونات مصل الدم الموجبه والبالغه ١٥٤ مللي مكافئ / لتر والذي يوجد على صورتين وهما :

١) الكالسيوم المتحد مع البروتين وبصوره رئيسيه الالبومين وهو غير قابل للانتشار وغير فعال فسيولوجيا ويكون هذا الجزء من الكالسيوم حوالي (٤٠ – ٥٠ %) من مجموع كالسيوم مصل الدم ويطلق على هذا النوع المصطلح التالي (Non - diffusible protein bound calcium)

٢) الكالسيوم القابل للانتشار والفعال فسيولوجيا ويكون هذا الجزء من الكالسيوم حوالي (٥٠ – ٦٠ %) من مجموع كالسيوم مصل الدم ويوجد على شكلين وهما :
ا) الكاسيوم الموجود على شكل ايونات (Ionized calcium Ca^{++})
ت) الكالسيوم المتحد مع السترات (Citrate) او الفوسفات (Phosphate) او البيكربونات (Bicarbonate) او الكبريتات (Sulphate)

وظائف الكالسيوم Function of Calcium :

١) يعتبر العنصر الاساسي في عملية تصلب العظام (Calcification of bone)
٢) يخفض من تهيج الخلايا العضليه العصبيه ولذلك يعتبر عامل مهدئ (Neuromuscular sedative)
٣) يساهم مساهمه فعاله في عملية تخثر الدم فهو يساعد على تكوين مادة الثرومبين (Thrombin)
٤) يعمل على تنشيط بعض الانزيمات والتي تزداد فعاليتها الحيويه بوجوده
٥) يعمل على نقل الايونات غير العضويه عبر اغشية الخلايا

امتصاص وايض الكالسيوم Absorption and Metabolism of calcium :

حوالي ٢٥ مللي مول من الكاسيوم يحصل الانسان عليها خلال وجبه غذائيه طبيعيه حيث يتم امتصاص ٤٠% من هذه الكميه تقريبا خلال الجزء العلوي من الاثنى عشر (Duodenum) وتدخل الى الدوره الدمويه حيث يتم تخزين ٩٩% منها في العظام . ونسبة ال ١ % المتبقيه هي التي تسيرخلال الدوره الدمويه وسوائل الجسم الاخرى حيث يلعب الكالسيوم الموجود بالدم دورا مهما في عمليه تخثر الدم ونقل الاشارات العصبيه وتقلص العضلات
ترشح الكليه مامجموعه ٢٥٠ مللي مول من الكالسيوم يوميا حيث يعاد امتصاص ٢٤٥ ملل مول منها يوميا بينما يطرح يوميا بالبول ما قيمته ٥ مللي مول من الكالسيوم

العوامل المؤثره على مستوى الكالسيوم في الدم :

١) التركيز الهيدروجيني (pH) حيث يزداد امتصاص الكالسيوم في الوسط الحامضي ويقل في الوسط القاعدي لان املاح الكالسيوم تكون اكثر ذوبانا في الاوساط الحامضيه
٢) وجود فيتامين D والذي يعتبر عاملا اساسيا في المساعده على امتصاص الكالسيوم حيث ان عدم وجوده يؤدي الى عدم حدوث عملية امتصاص الكالسيوم بصوره كبيره
٣) هرمون الغده الجنب درقيه Parathyroid hormone حيث ان لهذا الهرمون تاثير مباشر على مستوى الكالسيوم في الدم حيث يعمل على تحويل فيتامين D الى صورته الفعاله والتي تساعد في عملية امتصاص الكالسيوم
٤) مستوى البروتين بالدم حيث ان النقص في بروتينات الدم غالبا ما يصاحبه نقص في مستوى الكالسيوم حيث ان ٥٠% من كالسيوم مصل الدم عادة ماتكون متحده مع بروتينات مصل الدم وخاصة الالبومين
٥) مستوى الفسفور في مصل الدم حيث يرتبط الكالسيوم مع الفسفور ارتباطا وثيقا حيث ان اي ارتفاع يحدث في مستوى اي منهما غالبا ما يصاحبه انخفاض في مستوى الاخر ما عدا بعض الحالات التي قد يحدث ارتفاع او انخفاض لكليهما معا منها ما يحدث في المراحل الاولى للطفوله واثناء تكوين العظام حيث نجد ارتفاعا في مسنوى كل من الكالسيوم والفسفور وذلك لحاجة الجسم لكليهما في عملية بناء وتصلب العظام وكذلك الحال في حالة التئام كسور العظام وهناك حالات مرضيه يحدث فيها انخفاض في مسنوى كل من الكالسيوم والفسفور معا كما في حالة مرض الكساح (Rickets) ومرض الكزاز (Tetany)

الأهميه السريريه للكالسيوم Clinical significance :

١) ارتفاع الكالسيوم عن مستواه الطبيعي في مصل الدم Hypercalcemia :

يرتفع الكالسيوم في مصل الدم عن مستواه الطبيعي في الحالات التاليه:

-) الأفراط في افراز الغده الجار درقيه (Hyperparathyrodism) حيث يصاحبه ارتفاع في كل من الفسفور والكالسيوم معا حيث تعتبر هذه الحاله من الحالات الاستثنائيه التي يزداد فيها كل من الكالسيوم والفسفور معا .
-) السرطان Carcinoma
-) ارتفاع مستوي فيتامين (D) التقيمن Hypervitamenosis D
-) الاحمرار Polycythemia
-) السرطان النخاعي المضاعف Multiple myeloma

٢) انخفاض الكالسيوم عن مستواه الطبيعي في مصل الدم Hypocalcemia :

وينخفض الكالسيوم عن مستواه الطبيعب في مصل الدم في الحالات التاليه :

-) مرض الكزاز Tetany
-) مرض كساح الاطفال Rickets ويعزى النقص نتيجه نقص فيتامين D مما يؤدي الى اضطراب في عملية امتصاص كل من الفسفور والكالسيوم
-
-) النقص في افراز الغده الجار درقيه (Hypoparathyrodism)
-) التهاب الكليه Nephritis
-) مرض لين العظام Osteomalacia
-) الحمل Pregnancy
-) اسهال المناطق الحاره Sprue

الفسفور Phosphorus

Normal value for inorganic phosphorus = 2.4 – 4.5 mg/100 ml serum

يعتبر الفسفور من المعادن المهمه لجسم الانسان حيث يعتبر المعدن الثاني الذي يدخل في تركيب العظام الى جانب الكالسيوم حيث يكون معه الماده التي تسمى اباتايت فلوروفوسفات الكالسيوم (Calcium Fluorophosphate Apatite)
ويوجد اكثر من ٨٠% من كمية الفسفور الموجوده في جسم الانسان بالعظام بينما يكون الجزء المتبقي والبالغ ٢٠% هو القسم الذب ينتقل عن طريق الدوره الدمويه والذي يكون عل هيئتين وهما :

١) الفوسفات الحره اللاعضويه PO_4^{-3} ( )
وهو الموجود بصوره رئيسيه في مصل الدم والذي يقدر بحوالي (٢.٤ ٠ ٤,٥ ملغم / ١٠٠ مل من مصل الدم) وتقدر كميته في مصل بحوالي ٢ مللي مكافئ / لتر من مصل الدم من مجموع الايونات السالبه البالغه ١٥٤ مللي مكافئ / لنر من مصل الدم

٢) الفوسفات العضويه Organic phosphate
ويوجد هذا النوع بصوره رئيسيه في كريات الدم الحمراء (Erythrocytes) وتبلغ كميتها في الدم الكلي (Whole Blood) بحوالي ٢٠ – ٣٠ ملغم لكل لتر واحد من الدم الكلي بينما تقدر في مصل الدم بحوالي (٠,١ – ١,٧ ملغم / ١٠٠ مل من مصل الدم)
وتكون الفوسفات العضويه على هيئة انواع عديده منها :
- **) الأسترات الفوسفاتيه (Organic phosphate Esters)**
- **) الحوامض النوويه (Nucleic Acids)**
- **) الأملاح النوويه (Nucleotides)**
- **) الفوسفات الدهنيه (Phospholipids)**

وظائف الفسفور :
١) احد العناصر الرئيسيه في عملية تكوين وتصلب العظام
٢) يدخل بصوره رئيسيه في تكوين كريات الدم الحمراء فهو احد مكونات الاحماض النوويه والاملاح النوويه والاسترات الفوسفاتيه والشحوم الفوسفاتيه
٣) يلعب دورا مهما في عملية ايض المواد الكربوهيدراتيه (الكلوكوز) حيث يعمل على فسفرة الكلوكوز في عملية اكسدة الكلوكوز لغرض الحصول على الطاقه

امتصاص الفسفور :

يحصل الانسان على حاجته من الفسفور عن طريق الغذاء حيث يتم امتصاصه في الجزء العلوي من الامعاء الدقيقه والمسمى بالمعى الصائم (Jejunum) وتتاثر عملية الامتصاص بعوامل عديده اهمها :
١) التركيز الهيدروجيني (pH) حيث يزداد الامتصاص بالوسط الحامضي ويقل كثيرا في الوسط القاعدي
٢) وجود فيتامين D حيث يساعد كثيرا في عملية الامتصاص التي تزداد بازدياده
٣) مستوى الكالسيوم في مصل الدم (Calcium level)

الأهميه السريريه للفسفور Clinical significance :

١) ارتفاع االفسفور عن مستواه الطبيعي في مصل الدم Hyperphosphotamia :

ويرتفع مستوى الفسفور في مصل الدم في الحالات التاليه :

-) النقص في افراز الغده الجار درقيه (Hypoparathyrodism) حيث يصاحبه ارتفاع في كل من الفسفور والكالسيوم معا حيث تعتبر هذه الحاله من الحالات الاستثنائيه التي يزداد فيها كل من الكالسيوم والفسفور معا .
-) أمراض الكليه (Renal diseases) وتشمل التهاب الكليه الحاد (Acute Nephritis) ومرض خزاع الكليه (Nephrosis) وتجدر الاشاره الى انه في هذه الحالات فان ارتفاع مستوى الفسفور يصاحبه انخفاض في مستوى الكالسيوم طبقا للعلاقه العكسيه بينهما
-) الافراط في تركيز فيتامين D (Hypervitaminosis D) ويطلق عليه مرض التقيمن حيث يزداد مستوى الفسفور نتيجة زيادة قابلية امتصاصه وفي هذه الحاله ايضا يرتفع مستوى الكالسيوم

٢) انخفاض الفسفور عن مستواه الطبيعي في مصل الدم Hypophosphatemia :

وينخفض مستوى الفسفور في مصل الدم عن مستواه الطبيعي في الحالات التاليه :

-) الافراط في افراز الغده الجار درقيه (Hyperparathyrodism)
-) كساح الاطفال (Rickets) ويعزى النقص نتيجه نقص فيتامين D مما يؤدي الى اضطراب في عملية امتصاص كل من الفسفور والكالسيوم
-) متلازمة فانكوني (Fanconi syndrome) وهو مرض يتصف بخلل كبير في عملية اعادة امتصاص الفسفور مرة ثانيه بعد ترشحه الكلوي اضافة الى بعض المواد الايضيه الاخرى .

الحديد Iron

Normal value = 65 – 180 microgram / 100 ml serum

يعتبر الحديد واحدا من اهم العناصر الموجوده في جسم الانسان رغم وجوه في الجسم بكميه ضئيله نسبيا حيث يحتوي جسم الانسان البالغ بوزن ٧٠ كغم مايساوي تقريبا ٤ – ٥ غرامات فقط ٧٥% منها تدخل في تركيب الهيموكلوبين (Heamoglobin) والميوكلوبين (Myoglobin) وبعض الانزيمات مثل السايتوكروم (Cytochrome) والسيتوكروم اوكسيديز (Cytochrome oxidase) والبيروكسيديز (Peroxidase) والكتاليز (Catalase) ويعمل الحديد في هذه المركبات دورا حيويا في نقل الاوكسيجين مما يجعله عنصرا اساسيا ومهما فسيولوجيا . اما الجزء المتبقي والبالغ ٢٥% من الحديد فيكون موجود على هيئة حديد مخزون يعرف بالفريتين (Ferritin) الذي يتكون من الايبوفريتين والحديد
. { $Fe(OH)_3$ - Fe - PO_4 }

وظائف الحديد Function of Iron :

١) يكون الحديد الموجود في هيموكلوبين الدم موجودا على صورة ايون الحديدوز (Fe^{2+}) والذي يكون لديه القدره على الارتباط بجزيئه اوكيجسن متحولا الى اوكسيهيموكلوبين والذي ينتقل في الدم من الرئتين الى مختلف انسجة الجسم ذات الضغط الواطئ من الاوكسيجين مما يعمل على سهولة تفريغ حمله من الاوكسيجين في هذه الانسجه وبناء على ذلك فان حديد الهيموكلوبين يعمل كناقل للاوكسيجين من الرئتين الى الانسجه المختلفه (Oxygen carrier) .
٢) للحديد قدره فائقه على تغيير تكافئه الكيمياوي فالحديدوز (Fe^{2+}) يتحول الى حديديك (Fe^{3+}) بفقده الكترونا واحدا وكذلك الحال يتحول الحديديك الى حديدوز باكتسابه الكترونا واحدا وبناءا على ذلك يعمل الحديد على نقل الالكترونات بين خلايا الجسم وخاصة الحديد الداخل في تركيب البروتينات الحديديه مثل السايتوكروم اوكسيديز والكتاليز والبيروكسيديز والتي تساهم في عملية تنفس الانسجه (Tissue Respiration)

امتصاص وخزن الحديد Absorption and storage of iron :

يحصل الانسان على احتياجه من الحديد عن طريق الغذاء ويحتاج الانسان البالغ الى حوالي ١٢ ملغم من الحديد يوميا حيث يحدث امتصاص الحديد في الاثنى عشر (Duodenum) وكذلك في المعى الصائم (Jejunum) كما انة هناك كميات صغيره منه قد تمتص من خلال جدار المعده ويمتص الحديد على هيئة الحديدوز (Fe^{2+}) ولهذا فان حديديك الغذاء يتم اختزاله الى الحديدوز (Fe^{2+}) بفعل حموضة المعده .
بعد امتصاص الحديدوز يتاكسد في الحال الى الحديديك (Fe^{3+}) وذلك بفعل المحيط القاعدي للامعاء ثم يتحد مع البروتين المسمى ايبوفيريتين (Apoferritin) مكونا الفريتين (Ferritin) والذي يخزن بصوره مؤقته في الخلايا المخاطيه للامعاء الدقيقه (Mucosal cells) والتي عادة ما تكون لها سعه معينه لخزن الحديد والتي حينما تصلها تتوقف عملية امتصاص الحديد .
وبناءا على حاجة الجسم يتم اطلاق الحديد المخزون في الخلايا المخاطيه للامعاء الدقيقه الى الدم على شكل بروتين اخر يسمى ترانسفيرين (Transferrin) وهو عباره عن بيتا كلوبيولين مرتبط بايونين من الحديديك باصره ايونيه وقد سمي بهذا الاسم نظرا لكونه ينتقل خلال الدوره الدمويه الى اماكن خزن واستخدام الحديد الاخرى في انسجة الجسم كالكبد (Liver) ونخاع العظام (Bone marrow) مكونا توازنا ديناميكيا بين مخازن الحديد في الجسم . وحين تكتفي انسجة الجسم من الحديد فان عملية

امتصاصه تتوقف ويتم طرح الحديد المتناول عن طريق الغذاء مباشرة الى خارج الجسم عن طريق الغائط .

يخسر الانسان البالغ الطبيعي ما قيمته ١ ملغم يوميا من الحديد عن طريق الجلد والغائط بينما تخسر المرأه حوالي ٨٠ ملغم في كل دوره شهريه من حيضها بينما تخسر المرأه الحامل ما قيمته ٤٠٠ ملغم للجنين .

الأهميه السريريه للحديد Clinical significance :

١) يرتفع مستوى الحديد في مصل الدم عن قيمته الطبيعيه في الحالات التاليه :

- **) فقر الدم الانحلالي (Hemolytic Anemia) ..... حيث ان تحطم كريات الدم الحمراء الذي يحدث في هذا المرض يؤدي الى انطلاق محتوياتها من حديد الهيموكلوبين الى الدم**
- **) ألتهاب الكبد النخري (Necrotic Hepatitis) ..... وتعزى زيادة الحديد في هذا المرض الى تلف النسيج الكبدي وعدم تمكنه من خزن الترانسفيرين الذي يطلق في الدم مسببا ارتفاعا في مستوى الحديد في مصل الدم.**
- **) مرض الصباغ الدموي (Hemochromatosis) ..... حيث يحدث ازدياد في امتصاص الحديد مما ينتج عنه تجمعا غير طبيعي للحديد في انسجة الجسم**
- **) التسمم بالرصاص (Lead Poisoning) ..... وتعزى زياده الحديد نتيجة انخفاض تكون الدم الناتج عن التسمم مما يقلل من كمية الحديد المستخدمه في تكوين الدم وبالتالي ارتفاع مستواه في مصل الدم**

٢) ينخفض مستوى الحديد في مصل الدم عن قيمته الطبيعيه في الحالات التاليه :

- **) انيميا فقر الدم الحديدي (Iron deficiency anemia) ,,,,,,,, ويعزى انخفاض الحديد الى قلة تناول الاغذيه الحاويه على الحديد او انخفاض القابليه على امتصاصه نتيجة لوجود التهابات مزمنه في القناة الهضميه والمعويه .**
- **) نزف الدم المزمن (chronic Hemorrhage) ..... حيث الخساره المستمره للدم**
- **) خزاع الكليه (Nephrosis) نتيجة خسارة المواد البروتينيه التي تترشح وتتسرب بصوره غير طبيعيه الى خارج الجسم نتيجة تلف الكليه .**
- **) الأمراض السرطانيه (Malignancies) وذلك نتيجة للزياده غير الطبيعيه في خلايا انسجة الجسم**
- **) حالة الحمل عند المرأه ..... حيث يشارك الجنين امه في المواد البروتينيه الحديديه المخزونه في اماكن الخزن .**

الفصل الرابع

المركبات الكربوهيدراتيه

المركبات الكربوهيدراتيه (السكريات) Carbohydrates

ليس من السهل ايجاد تعريف حقيقي للمركبات الكربوهيدراتيه ولكن عادة ما يعبر عنها بانها مركبات تحتوي في تركيبها على عناصر الكربون والاوكسيجين والهيدروجين وذات صيغه بنائيه عامه (Impirical formula) هي { $C_n (H_2O)_n$ } اي ان عنصري الهيدروجين والاوكسيجين موجودان كنسبة وجودهما في الماء ومن هنا اتت التسميه كربوهيدرات
ولكن ومع التطور الحاصل في علم الكيمياء الحياتيه وجد ان هذه المعلومه غير صحيحه بصوره مطلقه ولاتنطبق على بعض المركبات التي يتم تصنيفها ضمن المركبات الكربوهيدراتيه وعلى سبيل المثال سكر الريبوز منقوص الاوكسيجين (Deoxyribose) والذي يحمل الصيغه البنائيه ($C_2H_{18}O_4$)
كما وجدت بعض المركبات التي تحتوي ضمن تركيبها البنائي على الكربون والهيدروجين والاوكسيجين ويكون فيها نسبة عنصري الهيدروجين والاوكسيجين كنسبة وجودهما بالماء ومع ذلك لاتعتبر من المركبات الكربوهيدراتيه وكمثال على ذلك حامض الخليك acetic acid (CH_3COOH) وحامض اللاكتيك lactic acid { $CH_3CH(OH)COOH$ } والفورمالدهيد Formaldehyde (HCHO)

تصنيف الكربوهيدرات classification of carbohydrates :

تحتوي المركبات الكربوهيدراتيه وكباقي المركبات الحياتيه على ما يسمى بوحدة البناء (Unit of structure) والتي بناء عليها يتم تصنف المركبات الكربوهيدراتيه والتي تصنف كالتالي:

١) السكريات الأحاديه (Monosaccharide)
والتي تحتوي في تركيبها على وحدة بناء واحده وتقسم الى اربعة اقسام وهي :

- السكريات الثلاثيه (Triosis) والتي تحتوي في تركيبها على ثلاث ذرات كربون مثل الكليسرول (Glycerol)

- السكريات الرباعيه (Tetrosis) والتي تحتوي في تركيبها على اربعة ذرات كربون

- السكريات الخماسيه (Pentosis) والتي تحتوي في تركيبها على خمس ذرات كربون

- السكريات السداسيه (Hexoses) والتي تحتوي في تركيبها على ست ذرات كربون وهي أهم واشهر انواع السكريات ومنها سكر الكلوكوز (Glucose) وسكر العنب (Fructose) والكالكتوز (Galactose)

٢) السكريات الثنائيه (Disaccharides)
وهي التي تتكون من اتحاد وحدتي بناء اي انها تتكون من جزئين من السكريات الاحاديه ومثال على ذلك سكر المالتوز (Maltose) والذي يتكون من وحدتي بناء هما سكر الكلوكوز

٣) السكريات المركبه (Polysaccharides)
والتي تتكون من اتحاد عدد اكثر من اثنين من الوحدات البنائيه (السكر الأحادي) وكمثال على ذلك النشا النباتي (Starch) والنشا الحيواني (Glycogen)

سكر الكلوكوز Glucose

وهو احد المركبات الكربوهيدراتيه التي تعتبر الغذاء الرئيس ومصدر الطاقه لشعوب العالم . ويعتبر سكر الكلوكوز أحد الوحدات الأساسيه والتي تتكون منها المركبات الكربوهيدراتيه وله صيغه كيميائيه جزيئيه { $C_6(H_2O)_6$ } أي أن كل ذرة كربون في تركيبه يقابلها جزيئة ماء وعلى هذا الأساس جاء تصنيفه من الكربوهيدرات .

وينتمي سكر الكلوكوز (Glucose) اضافة لسكر الفركتوز (Fructose) وسكر الكالكتوز(Galactose) الى ما يسمى بالسكريات الأحاديه (Monosaccharide) والتي تعتبر وحدة البناء الأساسيه لكافة المركبات الكربوهيدراتيه المعروفه بالطبيعه (السكر الثنائي Disaccharide والسكر المتعدد Polysaccharide) وذلك بتعدد ارتباط هذه الوحدات الأساسيه (السكر الأحادي) .

السكريات الأحاديه التي تحتوي على ست ذرات كربون يطلق عليها تسمية الهكسوز (Hexoses) وهي تصنف من قبل علماء الكيمياء العضويه ضمن مشتقات الألدهيدات (Aldehyde) والتي تعرف بأسم الألدوز (Aldoses) .

ويتميز سكر الكلوكوز بكونه عامل مختزل قوي Strong reducing agent

يتم امتصاص الكلوكوز الناتج عن عملية هضم المواد الكربوهيدراتيه خلال الغشاء المخاطي للجزء العلوي من الأمعاء الدقيقه (Upper part of small intestine) وعلى صورة كلوكوز حيث ينقل عبر الدوره الدمويه البابيه Portal vein الي الكبد حيث يتم تخزينه في خلايا الكبد وعلى هيئة نشا حيواني Glycogen

يتم ترشيح سكر الكلوكوز خلال المرشحات الكلويه Nephrones ولكن يتم اعادة امتصاصه بالكامل (١٠٠%) وذلك من خلال الأنبيبات الكلويه Proximal tubules وذلك في الحالات الطبيعيه وتكون لهذه الكبيبات الكلويه قدره محدده على اعادة امتصاص سكر الكلوكوز طبقا لنسبة وجوده بالدم وتسمى هذه القدره بالعتبه الكلويه Renal glucose threshold value وتكون هذه القدره حتى مستوى وجود الكلوكوز بالدم يتراوح بين (160 – 180 mg/100) من الدم وفي حالة زيادة مستوى الكلوكوز بالدم اكثر من هذه المستويات لأي سبب كان فان الكلوكوز يطرح مع البول وتسمى هذه الحاله بظهور سكر الكلوكوز بالبول Glycosuria

وقد يحدث احيانا ظهور للكلوكوز بالبول مع وجود مستواه طبيعيا بالدم وذلك كحاله مرضيه تكون متعلقه بالجهاز البولي وتسمى هذه الحاله Renal glycosuria

كما يمكن أن يظهر الكلوكوز بالبول بعد تناول وجبه غذائيه غنيه بالمواد الكربوهيدراتيه وتسمى هذه الحاله بظهور الكلوكوز المؤقت بالبول Alimentary glycosuria

تعتمد القيمه الطبيعيه لمستوى الكلوكوز بالدم على الطريقه المستخدمه لقياس مستواه بالدم ونوعية العينه المستخدمه سواء كانت عينة الدم الكامل whole blood او مصل الدم serum وبصوره عامه تكون مابين (70 – 120mg / 100 ml blood) وذلك في حالة الصيام (امتناع الشخص عن تناول المأكولات والمشروبات لفتره بين اربع الى ثمان ساعات) وتسمى حالة ارتفاع مستوى الكلوكوز عن الحد الأعلى لمستواه الطبيعي بالدم Hyperglycemia بينما تسمى حالة انخفاض مستواه بالدم عن الحد الأدنى للمستوى الطبيعي Hypoglycemia

مستوى الكلوكوز بالدم Blood Glucose level

في الأنسان السليم لا ينخفض مسنوى الكلوكوز بالدم عن 70 mg/100 ml blood حتى في حالة الصيام المتواصل لعدة ايام ولا يمكن ان يرتفع عن 170 mg/100 ml blood بعد تناول وجبه غذائيه تحتوي على اكثر من ٥٠٠ غم من المواد الكربوهيدراتيه ويتم الحفاظ على هذا التوازن في الحالات الطبيعيه من خلال ديناميكيه منظمه تحدث داخل الجسم وكالآتي :

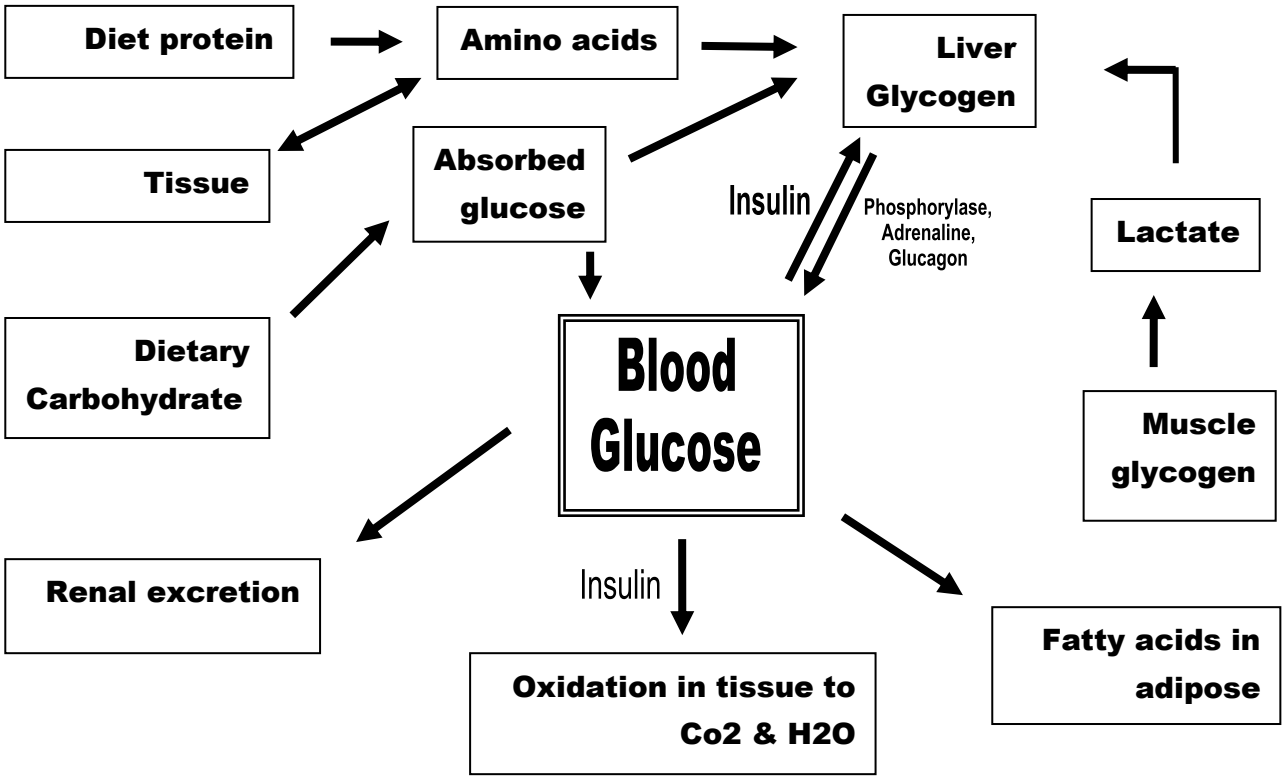
يدخل الكلوكوز الى الدم عن طريق احد المصادر التاليه:

١) تناول الأغذيه الحاويه على المواد الكربوهيدراتيه Dietary carbohydrates
٢) تحلل النشا الحيواني المخزون بخلايا الكبد والكليه والعضلات Glycogenolysis
٣) تكون الكلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتيه Gluconeogensis

بينما يتم التخلص من الكلوكوز الزائد من الدم عن طريق احد العمليات التاليه :

a) اكسدة الكلوكوز الى طاقه وثاني اوكسيد الكربون وماء oxidation of glucose
b) تخزينه على هيئة نشا حيواني conversion to glycogen
c) تحويله الى احماض دهنيه تخزن بالنسيج الدهني fatty acids in adipose tissues
d) طرحه من خلال الجهاز البولي renal excretion

ويمكن تلخيص ذلك من خلال المخطط التالى :



العوامل التي تساعد على الحفاظ على مستوى الكلوكوز بالدم :

وهي عباره عن مجموعه من الهرمونات وهي :

١) هرمون الأنسولين Insulin hormone

ويفرز من خلايا بيتا الموجوده في البنكرياس وقد تم اكتشافه من قبل العالمين Mehring & Minkowski وذلك في عام ١٨٨٥ ولكن لم يتم عزله الا من قبل العالمين Banting & Best وذلك في عام ١٩٢١ ويعمل على خفض مستوى الكلوكوز بالدم و يعتقد ان ذلك عن طريق مساعدة الكلوكوز على الدخول الى داخل الخلايا لاجراء عمليات الأيض المختلفه عليه

٢) هرمون الكلوكاكون Glucagon hormone

ويفرز من خلايا الفا الموجوده بالبنكرياس وعمله يكون مضادا لعمل هرمون الأنسولين أي انه يعمل على زيادة مستوى الكلوكوز بالدم وذلك عن طريق المساعده في عمليه انحلال النشا الحيواني Glycogen الى كلوكوز.

٣) هرمون النمو Growth Hormone

ويفرز من الفص الأمامي للغده النخاميه Anterior lob of Pituitary Gland ويكون تأثيره بحس البنكرياس على افراز هرمون الكلوكاكون Glucagon أي أن عمله يعمل على زيادة مستوى الكلوكوز بالدم

٤) هرمون الأدرينوكورتيكوتروفك Adrenocorticotrophic Hormone

ويفرز ايضا من الفص الأمامي للغده النخاميه وله نفس عمل هرمون النمو

٥) هرمون الهايدروكرتيزون Hydrocortizone Hormone

ويفرز من لحاء الغده الكظريه Adrenal cortex ويساعد في تكوين الكلوكوز من المصادر الغير كربوهيدراتيه أي يعمل على رفع مستوى الكلوكوز بالدم

٦) الهرمون الكظري Epinephrine Hormone

ويفرز من نخاع الغده الكظريه ويساعد في تحلل النشا الحيواني الى كلوكوز مؤديا الى رفع نسبته بالدم

٧) هرمون الثايروكسين Thyroxine Hormone

ويفرز من الغده الدرقيه ويكون تأثيره في المساعده على تثبيط انحلال النشا الحيواني Glycogen الى كلوكوز أي انه يعمل على خفض مستوى السكر بالدم

الأهميه السريريه للكلوكوز Clinical Significance of Glucose

المستوى الطبيعي لسكر الكلوكوز بالدم وفي حالة الصيام (Fasting condition) اي حالة امتناع الانسان عن تناول الغذاء لفتره لا تقل عن ثمان ساعات تكون (٧٠ – ١٢٠ ملغم / ١٠٠ مل من مصل الدم)

واي مستوي لسكر الكلوكوز بالدم اعلى من ١٢٠ ملغم / ١٠٠ مل من مصل الدم تسمى (Hyperglycemia) بينما تلك التي ينخفض فيها مستوى الكلوكوز عن (٧٠ ملغم / ١٠٠ مل) من مصل الدم تسمى (Hypoglycemia)

وفيما ادناه الحالات المختلفه والتي قد تحدث نتيجة للاضطرابات في عمليه ايض المواد السكريه

I) Hyperglycemia

ارتفاع مستوى الكلوكوز بالدم عن الحد الأعلى للمستوى الطبيعي ويحدث في الحالات التاليه :

١) داء السكري Diabetes mellitus
٢) الحقن الوريدي بالكلوكوز Intravenous glucose injection
٣) الحمل Pregnancy
٤) انخفاض افرازات الغده الدرقيه Hypothyroidism
٥) أرتفاع افرازات الغده النخاميه Hyperpitutarism
٦) ألتهاب الكبيبات الكلويه Nephritis
٧) الصدمات النفسيه المزمنه Severe stress
٨) الحوادث التي تؤدي الى اصابة خلايا الدماغ Cerebrovascular accidents
٩) الجلطه القلبيه Coronary thrombosis
١٠) ارتفاع مستوي اليوريا بالدم (تبولن الدم) Uremia

II) Hypoglycemia

انخفاض الكلوكوز بالدم عن الحد الأدنى للمستوى الطبيعي ويحدث في الحالات التاليه :

١) ارتفاع افراز هرمون الأنسولين Hyperinsulism
٢) ارتفاع افرازات الغده الدرقيه Hyperthyroidism
٣) في حالة الصيام Fasting
٤) أمراض الكبد Hepatic diseases
٥) الكسل في عمل الغده الكظريه Adrenal or pituitary insufficiency
٦) الأورام المختلفه ما عدا اورام البنكرياس Non pancreatic tumors
٧) الحساسيه من الكلوكوز Sensitivity to glucose
٨) عدم تحمل الفركتوز الوراثي Hereditary fructose intolerance
٩) تناول المشروبات الكحوليه Alcohol
١٠) حالات المجاعه Starvation

Ketosis :

في حالات الصيام (Fasting) او داء السكري (Diabetes mellitus) او المجاعه (Starvation) يكون هناك نقص في كفائة وكمية هرمون الانسولين ولذلك يبحث الجسم عن طريقه بديله للحصول على الطاقه اللازمه لاداء الوظائف الحيويه

ويلجأ الجسم الى المركبات الدهنيه (Fats) للحصول على هذه الطاقه والتي عادة ما تسمى بالطاقه البديله (Alternative source of energy) وفي هذه الحالة فان معدلات تكسر الدهون الثلاثيه (Triglycerides) تكون اكثر من معدلات تكونها وذلك من اجل انتاج المزيد من الاحماض الدهنيه الحره (Free Fatty Acid) والتي ستستخدم لانتاج الطاقه حيث يتم تحولها في خلايا الكبد لانتاج Acetyl Co-enzyme A والذي بدوره اما يتم اكسدته خلال دورة كربس (Krebs cycle Or TCA) او يكون ال Acetocetate الذي الذي يختزل الى Beta hydroxybutrate والذي يدوره قد يتحول الى الاسيتون Acetone

ويطلق على ال (Acetoacetate , beta hydroxybutrate and Acetone) الاجسام الكيتونيه (Ketone bodies) والتي تتسبب بما يسمى الاغماء السكري (Diabetic coma) والتي خلالها تظهر الاجسام الكيتونيه في بول المريض ويطلق على هذه الحاله البول الكيتوني (Ketonuria)

Lactic acidosis :

ان الناتج النهائي لعملية تحلل الكلوكوز (Glycolysis) هو البيروفيت (Pyruvate) والذي عادة وفي وجود الاوكسيجين يتم اكسدته داخل دورة كريبس لانتاج الطاقه وثاني اوكسيد الكربون والماء وفي حالة عدم وجود الاوكسيجين يتم تحوله الى حامض اللاكتيت (Lactate) والذي عادة ما يتحول مرة اخرى وذلك في الظروف الطبيعيه الى البيروفيت
في الحالات الغير طبيعيه لايعاد تحول اللاكتيت المتكون مرة اخرى الى البيروفيت مما يؤدي الى ارتفاع مستوى اللاكتيت وتراكمه بالدم مما يؤدي الى تحمض الدم او ما يسمى ب Lactic acidosis
ويحدث هذا الاضطراب في ايض الكلوكوز في الحالات التاليه

-) حدوث فشل في الدوره الدمويه مما يؤدي الى عدم وصول الاوكسيجين للخلايا بصوره طبيعيه
-) في حالات الوهن الشديد (severe illnesses) والذي يحدث في حالات انيميا ابيضاض الدم (acute Leukemia) وكذلك تسمم الدم (Septicemia) وحالات الحقن الكحولي (Ethanol injection)
-) خلال المعالجه بمركبات الفينوفورمين (Phenophormin therapy)

العتبه الكلويه ومستوي سكر الكلوكوز بالبول
Urinary Glucose level and Renal Threshold

يطلق على مستوى سكر الكلوكوز بالدم عن الحد (١٨٠ ملغم / ١٠٠ مل من مصل الدم) مصطلع العتبه الكليويه لسكر الكلوكوز (enal Glucose Threshold) والذي عادة ما يرمز له بالرمز (RGT)

وعندما يرتفع مستوى سكر الكلوكوز بالدم عن هذا الحد فان سكر الكلوكوز يبدأ في الظهور في بول المريض اي بمعني يبدأ طرحه بالبول في حين ان سكر الكلوكوز لايظهر في البول عندما يقل مستواه بالدم هن هذا المستوى ومن هنا جائت تسمية هذا المستوى لسكر الكلوكوز بالدم (١٨٠ ملغم / ١٠٠ مل من مصل الدم) بالعتبه الكليويه لسكر الكلوكوز مع وجوب عدم وجود اي خلل في الاداء الوظيفي للجهاز الاخراجي (الترشيح واعادة الامتصاص) اي (normal glumerular filtration rate)

ويطلق على ظهور سكر الكلوكوز بالبول مصطلح البول السكري (Glycosuria) ولايعني ظهور سكر الكلوكوز بالبول بالضروره اصابة المريض بداء السكري (Diabetes mellitus) او وجود خلل ما في عملية التمثيل الغذائي للمواد السكريه ولكن هناك اربعة حالات يمكن خلالها ظهور سكر الكلوكوز بالبول وهي :

١) **البول السكري المؤقت Alimentary Glycosuria :**

وقد يحدث ذلك في حالة تناول الشخص لكميه كبيره من المواد السكريه

٢) **البول السكري الادرينالينى Adrenal Glycosuria :**

ويحدث ذلك نتيجة الافراط في افراز الادرينالين (Adrenaline hormone) من قبل الغده الكظريه (Suprarenal gland) ويحدث ذلك في حالات الخوف (Fear) والغضب (Anger) وحالات التوتر والقلق الشديد (Anxiety) وحالات الاضطرابات العاطفيه (motional disturbances)

٣) **البول السكري الكلوي Renal Glycosuria :**

حيث لايوجد اي ارتفاع لمستوى سكر الكلوكوز بالدم بينما يوجد بالبول ويكون ذلك نتيجة خلل ما يصيب الجهاز الاخراجي

٤) **داء السكرى Diabetes mellitus :**

في عام ١٨٨٩ استأصل العالمان Mehring & Minkowski غدة البنكرياس من كلب بحثي وكانت النتيجه ظهور اعراض متطابقه مع اعراض داء السكري Diabetes mellitus والذي كان في وقتها بغرف غلى انه مرض ناتج عن اضطراب في ايض المواد الكربوهيدراتيه وفي ذلك الوقت لم يكن معروف ان للبنكرياس اي علاقه بايض المواد الكربوهيدراتيه اكثر من افرازه لانزيم الاميليز (Amylase) والذي علاقته في عملية هضم السكريات فقط خلال الجهاز الهضمي .

وبعد مرور فتره زمنيه حاول فيها العلماء معرفة العلاقه بين غدة البنكرياس وداء السكري وجدوا ان هناك هرمون يفرز من خلايا جزر لانجرهانز الموجوده بالبنكرياس (Islets of Langerhanes) اطلق عليه هرمون الانسولين (Insulin) له دور هام في الحفاظ على مستوى سكر الكلوكوز بالدم ولكنهم لم يتمكنوا من تحضيره بصوره فعالة مختبريا من خلاصة البنكرياس

وفي عام ١٩٢٢ تمكن العالمان Banting & Best من تحضيره بصورته الفعاله وذلك في مختبر ماكلويد (Macleod's laboratory) بمدينة تورنتو

وبينما المتعارف عليه ان داء السكري له علاقه وطيده بنقص هرمون الانسولين ولكنه وجد ايضا بان هناك هرمونات اخرى لها علاقه بالمرض مثل الزياده المفرطه في انتاج هرمون الكلوكاكون (Glucagon) والذي يفرز ايضا من غدة البنكرياس دون الزياده المتطابقه في افراز هرمون الانسولين بالاضافه الى الزياده في افراز هرمون النمو (Growth hormone) من قبل الغده النخاميه (Pituitary gland) والذان يؤديان للاصابه ايضا بداء السكري

ملاحظات هامه :

١) في حالة حقن انسان طبيعي غير مصاب بداء السكري بكميه متوسطه من هرمون الانسولين فان ذلك يؤدي الى نقص في مستوى الكلوكوز في دمه (Hypoglycemia) ولكن لفتره وجيزه حيث ان ذلك يؤدي الى قيام الكبد بتكسير الكليكوجين المخزن لانتاج الكلوكوز وبصوره سريعه للتعويض عن الانخفاض في مستوى سكر الكلوكوز في دمه

٢) اما في حالة حقن المريض الذي يعاني من داء السكري بكمية اكثر من حاجته من هرمون الانسولين فان ذلك يشكل خطوره كبيره على المريض لكون خلايا كبده لاتحتوي اصلا على اي كلوكاكون مخزن يمكن تعويض الانخفاض في مستوى سكر الكلوكوز في دمه ويعني ذلك ضرورة حساب جرعة الانسولين المعطاة لمريض السكري بعنايه ودقه فائقه .

٣) يوجد انزيم يسمى Insulinase والذي عادة مايكون موجود بالكبد والكليتين ويلعب هذا الانزيم دورا حيويا كمنشط لهرمون الانسولين للقيام بوظيفته ولذلك فقد نجد ان بعض المرضى يعانون من الاصابه بداء السكري بينما افراز غدة البنكرياس لهرمون الانسولين لديهم بصوره طبيعيه في الوقت الذي يعانون من نقص في افراز هذا الانزيم

تعاريف هامه

١) Hyperglycemia :
ارتفاع مستوى سكر الكلوكوز في الدم عن الحد الاعلى للمستوى الطبيعي والبالغه ١٢٠ ملغم / ١٠٠ مل من مصل الدم وفي حالة الصيام (Fasting)

٢) Hypoglycemia :
انخفاض مستوى سكر الكلوكوز في الدم عن الحد الادنى للمستوى الطبيعي والبالغه ٧٠ ملغم / ١٠٠ مل من مصل الدم وفي حالة الصيام (Fasting)

٣) Fasting Condition :
والمقصود بحالة الصيام (Fasting) امتناع الانسان التام عن تناول الغذاء والشراب لفتره زمنيه لا تقل عن ثمان ساعات

٤) Glycolysis :
عملية اكسدة الكلوكوز وتحوله الى طاقه وثاني اكسيد الكربون وماء

٥) Glycogensis
عملية تحول الكلوكوز الى نشا حيواني (Glycogen) وتخزينه في خلايا الكبد

٦) Glycogenolysis :
عملية تحلل الكلايكوجين وتحوله الى كلوكوز

٧) Gluconeogensis :
عملية تكون الكلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتيه مثل الدهون والبروتينات

٨) Glycosuria :
ظهور سكر الكلوكوز في البول

٩) Ketouria
ظهور الاجسام الكيتونيه في البول وذلك اثناء الاغماء السكري نتيجة تراكم الاجسام الكيتونيه بدم المريض

١٠) Renal Glucose Threshold Value (RGT) :
قدرة الكليه على اعادة امتصاص سكر الكلوكوز من خلال الانبيبات الكلويه (Proximal tubules) الى الدوره الدمويه وذلك بعد ترشحه وتكون هذه القدره حتى مستوى وجود الكلوكوز بالدم يتراوح بين ١٦٠ ملغم / ١٠٠ مل من الدم وحتى ١٨٠ ملغم/ ١٠٠ مل من الدم

اختبار مدى تحمل الكلوكوز Glucose Tolerance Test

في حالة المرضى المصابين بحالات خفيفه من مرض البول السكري (Diabetes mellitus) غالبا مايكون مستوي سكر الكلوكوز في دم هؤلاء المرضى عند المستوى الطبيعي ولكن عند تناولهم وجبه من الاطعمه الغنيه بالمواد الكربوهيدراتيه فان جسمهم لايتمكن من انتاج الكميه الكافيه من هرمون الانسولين المساعد في عملية التمثيل الغذائي للكلوكوز وبصوره سريعه كما في الاشخاص الطبيعيين ولذلك يلاحظ ارتفاع مستوى سكر الكلوكوز في الدم لدى هؤلاء المرضى عن مستواه الطبيعي ويتاخر انخفاضه الى المستوى الطبيعي وكما في الاشخاص الطبيعيين . اي بمعنى ان هؤلاء الشخاص يعانون من انخفاض قدرة تحملهم لسكر الكلوكوز .

وعلى هذا الاساس تم ابتكار هذا الفحص ليساعد في تشخيص الحالات المعتدله والخفيفه من مرض البول السكري اضافة للحالات الشديده منه او الحالات المرضيه الاخرى غير داء السكري ذات العلاقه بسكر الكلوكوز كحالات امراض الكبد او حالات ظهور سكر الكلوكوز في الادرار دون ارتفاع مستواه في الدم وكما سياتي على شرحها لاحقا .

تهيئة المريض وخطوات اجراء الفحص :

١) يترك للمريض حرية تناول الغذاء قبل اجراء الفحص بثلاثه الى اربعة ايام (منع الحميه الغذائيه) ويسمح له بتناول كافة انواع الاطعمه العاديه
٢) يمنع المريض من تناول الغذاء خلال ساعات الليل او لفتره زمنيه لا تقل عن ثمان ساعات
٣) يتم سحب عينة دم من المريض المراد فحصه مع اخذ عينة ادرار منه وهو في حالة الصيام (Fasting) .
٤) يعطى المريض المراد فحصه والذي يكون في حالة صيام٥٠ غم من الكلوكوز مذابه في كميه مناسبه من الماء عن طريق الفم ويراعى عدم اعطاء جرعات عاليه من سكر الكلوكوز للمرضى المصابين بداء السكري تجنبا لحدوث الغيبوبه السكريه (Diabetic coma) اما بالنسبه للاطفال فتعطى الجرعات المبينه ادناه :

أ) حتى عمر عامان ١٥ غم
ب) ٢ – ٤ سنوات ٢٠ غم
ت) ٤ – ٦ سنوات ٢٥ غم
ث) ٦ – ١٠ سنوات ٣٠ غم
ج) حتى عمر ١٤ سنه ٤٠ غم

٥) يتم سحب عينة دم من المريض عند كل نصف ساعه بعد اعطائه جرعة الكلوكوز الفمويه مع اخذ عينة ادرار من المريض عند كل ساعه وعلى مدى ساعتان (أي اربعة عينات دم وعينتا ادرار)
٦) يتم قياس مستوى سكر الكلوكوز في كافة عينات الدم الماخوذه من المريض (خمس عينات واحده في حالة الصيام واربع بعد اعطاء المريض جرعة الكلوكوز الفمويه) باحدى الطرق التحليل الكميه التي تستخدم لقياس مستوى سكر الكلوكوز بالدم مع الكشف عن وجود سكر الكلوكوز من عدمه في عينات الادرار الماخوذه من المريض (ثلاث عينات واحده في حالة الصيام واثنتان بعد اخذ المريض لجرعة الكلوكوز الفمويه) .
٧) تسجل النتائج في جدول
٨) يرسم المخطط البياني لمدى تحمل الكلوكوز (Glucose Tolerance curve) للمريض الذي يتم دراسته لتحديد نوعه ومن ثم معرفة الحاله المرضيه التي يمكن ان يعاني منها المريض ولها علاقه بسكر الكلوكوز .

ملاحظات عامه :

١) في حالة الصيام يكون مستوى سكر الكلوكوز في كل من الدم الوريدي والدم الشرياني متساويان بينما بعد اعطاء المريض جرعه من سكر الكلوكوز نجد ان مستوى سكر الكلوكوز في الدم الشريانب اعلى من مستوى سكر الكلوكوز في الدم الوريدي .
٢) عادة ما يكون مستوى سكر الكلوكوز في دم الاشخاص كبار السن بعد ساعه من تناوله جرعة سكر الكلوكوز الفمويه اعلى من المستوى الطبيعي مقارنة باقرانهم من صغار السن وكما سناتي على بيان تلك القيمه لاحقا .

اهم مخططات مدى تحمل سكر الكلوكوز
Glucose Tolerance Curves

a) Normal curve المخطط الطبيعي

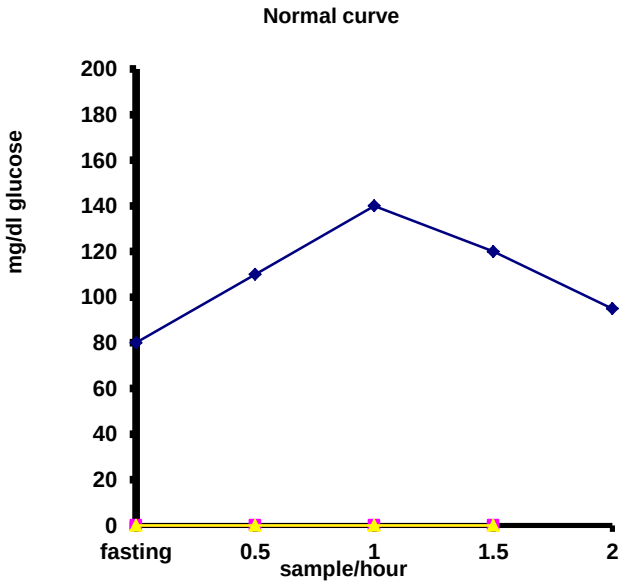
الصفات العامه للمخطط الطبيعي :

١) يكون مستوى الكلوكوز في حالة الصيام (Fasting Blood Glucose) ضمن القيمة الطبيعيه (٧٠ – ١٢٠ ملغم /١٠٠ مل من الدم)

٢) تكون اعلى قيمه لمستوى السكر بالدم بعد ساعه من اعطاء المريض جرعة الكلوكوز الفمويه ولا تزيد عن ١٦٠ ملغم / ١٠٠ مل من الدم

٣) بعد ساعتان من اعطاء جرعة الكلوكوز الفمويه ينخفض مستوى سكر الكلوكوز بالدم الى مستواه في حالة الصيام او اقل قليلا او يكون اكثر من مستواه في حالة الصيام بما لايزيد عن ٢٠ ملغم

٤) تكون كافة نماذج الادرار سلبيه لوجود سكر الكلوكوز



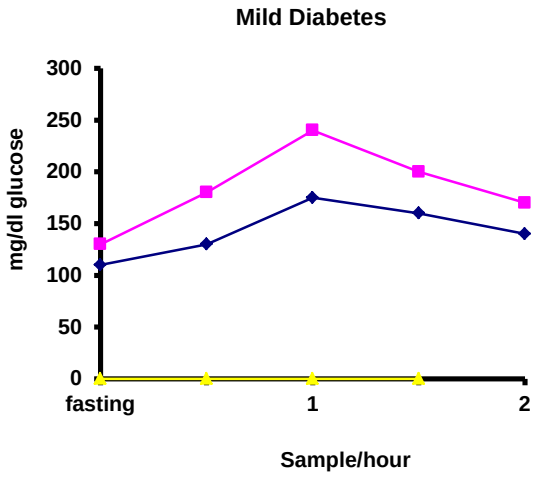
Urine Glucose	F -ve	1hr - ve	2hr -ve

b) Diabetic curve: مخطط داء السكري

ويعتمد شكل المخطط على شدة الحاله .
ويبين مخطط الحالة الخفيفه (Mild Diabetic curve) ان هناك زياده في الهرمونات التي تعمل على زيادة مستوى الكلوكوز بالدم مثل هرمون الكلوكاكون (Glucagon) وهرمون النمو (Growth hormone)

وتكون مواصفات مخطط السكري كالتالي :

١) يكون مستوى سكر الكلوكوز بالدم في حالة الصيام ضمن المستوي الطبيعي او اعلى من المستوى الطبيعي اعتمادا على شدة الحاله
٢) يكون مستوى سكر الكلوكوز بعد ساعه من تناول الكلوكوز الفموي اكثر من ١٦٠ ملغم/١٠٠ مل وفي الحالات الشديده يتجاوز العتبه الكلويه للكلوكوز (١٨٠ ملغم / ١٠٠ مل) وفي هذه الحالة يظهر الكلوكوز بالادرار .
٣) اهم ما يميز مخطط السكري ان مستوى سكر الكلوكوز بالدم بعد ساعتان لايكون مطلقا ضمن الحد الطبيعي ويكون اكثر من قيمته عند الصيام بما يزيد عن ٢٠ ملغم
٤) تكون نتائج فحص الكلوكوز بالادرار سالبه او ايجابيه اعتمادا على شدة الاصابه
٥) يمكن ان تعطي فحوصات الاجسام الكيتونيه بالادرار نتائج ايجابيه اعتمادا على شدة الاصابه



	Mild Diabetes mellitus			Severe Diabetes		
Urine	F	1 h	2 h	F	1 h	2
Glucose	-ve	-ve or trace	-ve or +	+	++	+++
Ketones	-ve	-ve	-ve	Negative or positive		

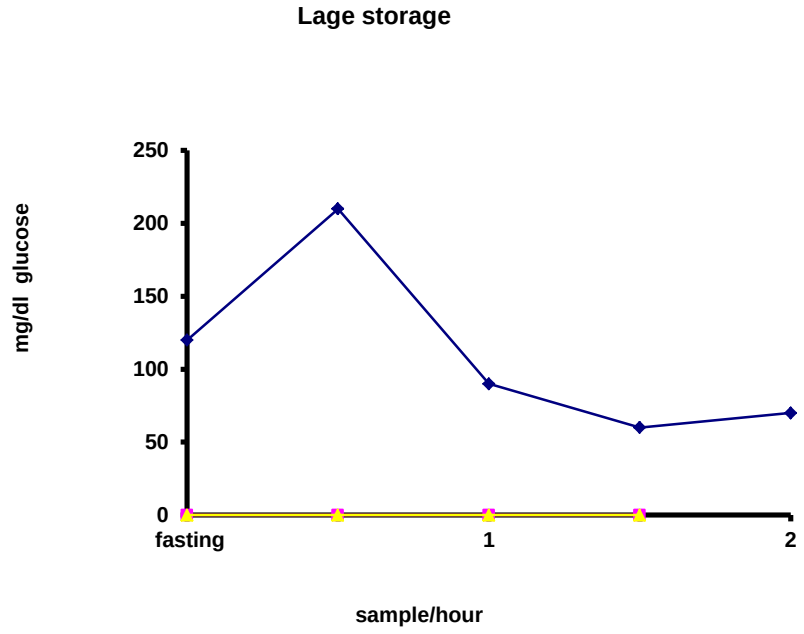
c) Lag storage curve: مخطط سوء الخزن

وتكون مواصفات المخطط كالتالى :

١) ويكون اعلى مستوى للكلوكوز بالدم عند نصف ساعه من تناول الكلوكوز الفموي والذي عادة مايكون اعلى من المستوي الطبيعي
٢) بعد ساعتان من تناول الكلوكوز الفموي يكون مستوى الكلوكوز بالدم عند المستوى الطبيعي وفي بعض الاحيان ينخفض عن المستوى الطبيعي
٣) قد يلاحظ ظهور الكلوكوز في عينة البول بعد ساعه من تناول جرعة الكلوكوز الغموي وذلك نتيجة محاولة الجسم للتخلص من الكلوكوز الزائد عن طريق طرحه الى خارج الجسم

ويشخص هذا المخطط احدى الحالات التاليه

١) نقص استجابة الانسولين
٢) في حالة امراض الكبد حيث تنخفض معدلات تخزين الكلوكوز على صورة كليكوجين
٣) في حالة سرعة امتصاص الكلوكوز خلال الجهاز الهضمي مما يؤدي الى ارتفاعه السريع بالدم



Urine	F	1hr	2hr
Glucose	-	+	-

d) Flat curve: المخطط المسطح

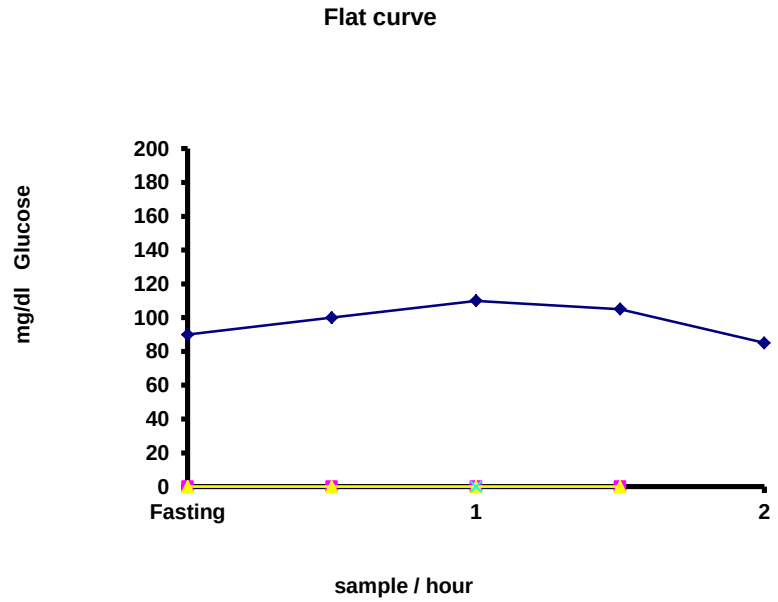
ويلاحظ في هذا المخطط عدم ارتفاع مستوى الكلوكوز بالدم وتاثره البسيط جدا بعد اعطاء المريض جرعة الكلوكوز الفموي حيث يظهر المخطط شبه مسطح

ويشخص هذا المخطط الحالات المرضيه التاليه

١) حالة سوء الامتصاص خلال الجهاز الهضمي (Malabsorption) نتيجة اي خلل يصيب الجهاز الهضمي ويؤدي الى ذلك

٢) النقص في افراز هرمون الكلوكوكورتيكويد (Glucocortecoid hormone) والذي يفرز من الغده الفوق كلويه (Suprarenal gland)

٣) النقص في افراز هرمون النمو (Growth hormone) والذي يفرو من الغده النخاميه (Pituitary gland)

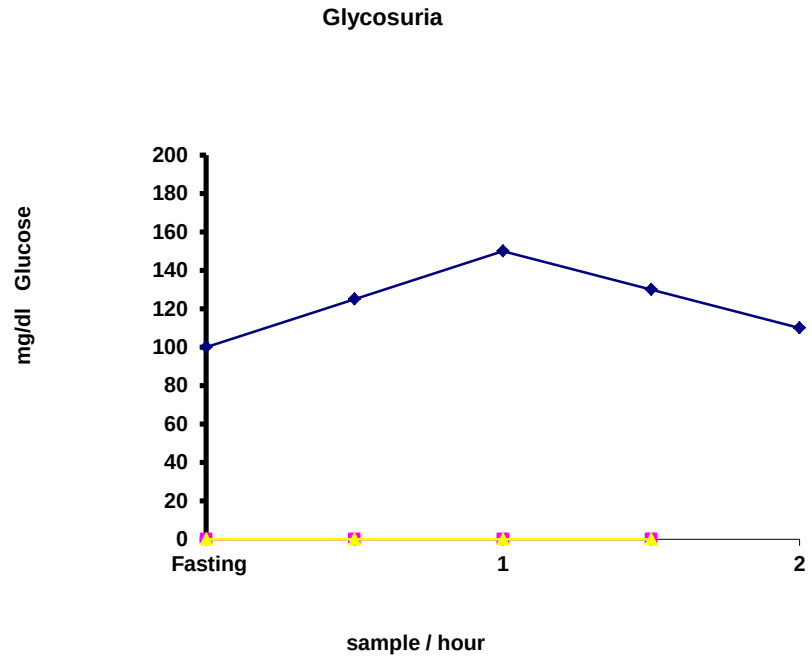


Urine	F	1hr	2hr
Glucose	-	-	-
Ketons	-	-	-

e) Renal Glycosuria : مخطط البول السكري

ونجد ان هذا المخطط يتطابق تماما مع المخطط الطبيعي في كافة المواصفات بينما نجد ظهور سكر الكلوكوز في بعض اول كل عينات البول

ويشخص هذا المخطط حالات الامراض التي تصيب وظائف الجهاز الاخراجي وخاصة تلك المتعلقه بعملية اعادة الامتصاص لسكر الكلوكوز



Urine	F	1hr	2hr
Glucose	-	+	++
Ketons	-	-	-

الفصل الخامس

المركبات الدهنيه

المركبات الدهنيه (Lipids)

تعرف الدهون كذلك باسم " اللبيدات" Lipids وهي كلمة مشتقة من اللفظ Lipos ومعناها الدهن . وقد تبين بالتحليل الكيميائي أن الدهون عبارة عن استرات من بعض الأحماض الدهنية مع الجلسرين وتعرف باسم الجليسريدات وقد تكون هذه الأحماض مشبعة أو غير مشبعة
ويغلب أن تتكون الدهون التي نأكلها من سلاسل من الكربون تحتوي على أربع ذرات منها أو على عشرين ذرة على الأكثر.
وعادة ما تكون الجليسريدات الناتجة من اتحاد أحماض دهنية غير مشبعة أو بها عدد قليل من ذرات الكربون على هيئة زيوت في درجات الحرارة العالية. وبصفة عامة يغلب أن تكون الدهون الحيوانية مشبعة لذلك فهي أصعب في الهضم من الزيوت النباتية.
ولا تذوب الدهون عادة في الماء ولكنها تنتشر في بروتوبلازم الخلايا على هيئة قطرات صغيرة جدا وقد يذوب بعضها في سوائل الخلية عند اتحاده بجزيئات أخرى تربطها بالماء.
والدهون تحمل كذلك بعض الفيتامينات التي تذوب فيها. وهي تسهل امتصاصها في الجسم.
وتعتبر الدهون مصدرا هاما من مصادر الطاقة في الجسم أكثر من الكربوهيدرات والبروتينات فالغرام الواحد منها يعطي عند احتراقه تسعة سعرات على حين أن الغرام الواحد من الكربوهيدرات أو البروتينات يعطي أربعة سعرات فقط ولكن الكربوهيدرات أسهل منها في الاحتراق.
ومن أمثلة الدهون النباتية زيت الزيتون وزيت بذرة القطن وزيت الذرة وزيت عباد الشمس وزيت فول الصويا.
أما الدهون الحيوانية فمن أمثلتها الزبد والدهن الحر وزيت السمك والشحم الحيواني .

أهمية المركبات الدهنيه للجسم :

تعتبر الدهون من العناصر الغذائية الهامة كما هو الحال بالنسبة للبروتينات والكربوهيدرات. ومن الفوائد الهامة للدهون:

١) تعتبر من المصادر المركزة بالطاقة، حيث انها تزودنا بـ ٩ كيلوكالوري/ غرام، بينما تزودنا الكربوهيدرات والبروتينات بـ٤ كيلوكالوري/ غرام
٢) تزودنا الدهون بالاحماض الدهنية الاساسية (والتي لا يستطيع الجسم تكوينها ويجب ان يتم تناولها عن طريق الغذاء) مثل حمض اللينولينك الذي يلعب دورا هاما في نمو الاطفال.
٣) الدهون مهمة لصحة الجلد
٤) مهمة لتنظيم مستوى الكوليسترول في الجسم
٥) مهمة لانتاج بعض المركبات الشبيهة بالهرمونات مثل (prostaglandins) والتي تلعب دورا هاما في تنظيم بعض الانشطة الحيوية في الجسم.
٦) الدهون مصدر هام للفيتامينات الذائبة في الدهون مثل فيتامين (A و D و E و K) كما انها مهمة للمساعدة في امتصاص هذه الفيتامينات من الامعاء.
٧) تساعد الدهون الجسم على الاستفادة القصوى من الكربوهيدرات والبروتينات.
٨) يحول الجسم الدهون الى طاقة يستفيد منها، والزائدة عن حاجته يتم خزنها في الانسجة الدهنية.
بعض الدهون موجودة في الدم، والقسم الاكبر يكون مخزونا في الخلايا الدهنية. هذه التجمعات الدهنية ليست مهمة فقط في خزن الطاقة، ولكنها مهمة في عزل الجسم والعمل كوسادة داعمة للأعضاء الداخلية وبالتالي فهي تحافظ على درجة حرارة الجسم وتعمل على امتصاص الصدمات.

تصنيف الدهون classification of lipids :

تقسم الدهون إلى عدة أقسام وذلك حسب بنائها الكيميائي أو حسب مصادرها الغذائية أو حسب وظائفها

تقسيم الدهون حسب بنائها الكيميائى :

وتقسم الى ثلاث انواع وهي :

اولا : الدهون البسيطه (simple lipids) او الدهون الحقيقيه (True lipids) :

وهي عباره عن استرات الاحماض الدهنيه (Fatty acids) مع الكحولات وتنقسم الى :

١) **الشحوم والزيوت (Oil & Fats)**
وهي عباره عن استرات الاحماض الدهنيه مع كحول الكليسرول (Glycerol) وهي ذات اوزان جزيئيه منخفضه واما ان تكون سائله مثل زيت الزيتون او صلبه مثل الزبد والشحم الحيواني

٢) **الشموع (Waxes)**
وهي عباره عن استرات الاحماض الدهنيه (ذات الاوزان الجزيئيه العاليه) مع الكحولات ماعدا الكليسرول وتكون عادة ذات اوزان جزيئيه عاليه وتكون جميعها مركبات صلبه مثل شمع النحل (Bee's wax)

ثانيا : الدهون المركبه (Compound Lipids)

وهي عباره عن استرات الاحماض الدهنيه مع الكحولات بالاضافه لوجود مركبات اخرى تدخل في تركيبها الجزيئي وتنقسم الى :

١) **الدهون الفسفوريه (Phospholipids)**
وتحتوي في تركيبها على استرات الاحماض الدهنيه مع الكحولات بالاضافه الى حامض الفسفوريك (phosphoric acid) وقاعده نيتروجينيه ويوجد هذا النوع من الدهون في كافة الخلايا ولاسيما الدماغ

٢) **الدهون السكريه (Glycolipids)**
وتحتوي في تركيبها بالاضافه الى استرات الاحماض الدهنيه والكحولات مواد كربوهيدراتيه وقاعده نيتروجينيه ولاتحتوي في تركيبها على حامض الفسفوريك

٣) **الدهون البروتينيه (Lipoproteins) :**
وهي الدهون المرتبطة بجزيء بروتيني مثل ليبوبروتين الدم الذي يرتبط فيه الكوليسترول مع جزيء البروتين ويلعب دوراً مهماً في انتقال الدهون داخل الجسم، كما يوجد مثل هذا النوع كمكون لأغشية الخلايا.

ثالثا : الدهون المشتقه (Derived lipids) :

وهي عبارة عن نواتج تحلل الدهون وتشمل

١) الأحماض الدهنية الحرة

٢) الستيرولات (Sterols) والكحولات الاخرى ذات الاوزان الجزيئيه العاليه الكليسرول أو الكوليسترول وقد تكون منفردة أو مرتبطة ارتباط غير كامل ببعض الأحماض الدهنية.
٣) وقد تكون فيتامينات والتي تسمى بالفيتامينات الذائبه بالدهون (Fat soluble vitamins) مثل قيتامينات (أ، د، ك.)

تقسيم الدهون حسب مصادرها الطبيعيه :

١) دهون نباتية Plant Fats: وهي ناتجة من الزيوت النباتية الزيتية (زيت الزيتون، زيت بذور القطن وفول الصويا والفول السوداني والمكسرات والسمسم).
٢) دهون حيوانية Animal Fats: مثل الشحوم الحيوانية ودهن البيض والألبان

تقسيم الدهون حسب وظائفها :

١) دهن بنائي (Structural Fat) وهو الدهن الذي يدخل في تركيب الخلايا.
٢) دهن هرموني (Hormonal Fat) وهو الذي يدخل في تركيب الهرمونات مثل هرمونات قشرة الغدة الكظرية (فوق الكلوية) Cortisol أو الجنسية Oestrogen و Testosterone.
٣) دهن تخزيني Stored Fat: وهو الدهن المخزن كاحتياطي للطاقة في الجسم.

الدهون المهدرجه :

قد يكون المصطلح "دهون مهدرجة" غريبا بعض الشيء على معظم أفراد المجتمع، و لكنه بالتأكيد ليس غريبا على المجتمع الصحي الغذائي .. و لا على المجتمع الغذائي الصناعي كذلك فالدهون المهدرجة هي زيوت نباتيه سائلة تدخل في سلسلة من العمليات الصناعية لتخرج بعدها صلبة جزئيا بسبب إضافة الهيدروجين إلى جزيئاتها..
هذه العمليات الصناعية تنتج دهونا متحولة غير مشبعه في الزيت و هذه الدهون المتحوله لا يمكن أن تتواجد بشكل طبيعي.. فهي نتاج هذه العمليات الصناعية .. لذا يواجه الجسم معاناة في هضمها و تبقى في الجسم مدة طويله تضر خلال هذه المدة كل أعضاءالجسم.
والدهون المتحولة قد تتواجد في الزيت عند تعريضه لعمليات تسخين .. حتى من دون اضافة الهيدروجين.

ماذا تفعل الدهون المتحوله (المتواجده في الزيوت المهدرجة) في الجسم البشري؟

عندما يتناول الشخص أية أطعمة محتوية على دهون مهدرجة فإنها تدخل إلى مجرى الدم أثناء عملية الامتصاص للمواد الغذائية التي تحصل في الأمعاء ، و لأنها ليست دهونا طبيعية فإن الجسم يجد صعوبة في امتصاصها من الدم لذا فإنها وحتى يتم امتصاصها قد تشكل انسدادات في الأوعية الدموية وبعد أن تمتص اعضاء الجسم هذه الدهون فإنها تعيد اطلاقها في الانزيمات و الهرمونات التي تنظم عمل الجسم و ذلك لأن الكثير من الانزيمات و الهرمونات يصنعها الجسم من الدهون .. و هنا نجد أن الانزيمات و الهرمونات لا تعمل كما ينتظر منها لأن هناك خللا في تركيبتها مما يؤدي للكثير من الأمراض المزمنة و القاتلة.
ينتج الجسم البشري مجموعة من المواد شبيهة الهرمونات تسمى بـ prostaglandins أو (PGs) يتم تصنيعها اعتمادا على الدهون الغذائية وهذه المجموعة تقوم بتنظيم بعض الوظائف الأساسية للجسم تقسم هذه المجموعة إلى ثلاث عائلات وهي : (PG 1 و PG 2 و PG 3)

وبصوره عامة PG 1 و PG 3 يعدان من الـ PGs الجيده بينما تعد عائلة PG 2 من الـ PGs السيئة. يرجع السبب في ذلك إلى أن أغلب آثار الأمراض المزمنة في مجتمعاتنا هي بفعل عائلة الـ PG 2. وهذا يشمل النوبات القلبيه وأمراض القلب والاوعيه الدمويه والسرطان، والالتهابات بما فيها امراض الجهاز المناعي. فان عائلة الـ PG 2 مستمدة مباشرة من الدهون التي تتواجد بشكل طبيعي في اللحوم الحمراء، المحار، ومنتجات الالبان. تأثيرات عائلة الـ PG 2 تشمل : زيادة تخثر الدم، زيادة ضغط الدم، زيادة الكولسترول كما تسبب مزيدا من عوامل خطر الإصابة بنوبات قلبية مما يضاعف الخطر. أيضا عائلة الـ PG 2 قد تتسبب ببعض موادها بزيادة النشاط الالتهابي الذي قد يؤدي إلى تدمير الأنسجة بالارتباط بكل شيء بدءا من الصدمة trauma وحتى أمراض الجهاز المناعي الذاتي. بالإضافة إلى أن الـ PG 2 تتسبب في القضاء على الخلايا الطبيعية القاتلة والتي تلعب دورا مهما في حمايتنا من السرطان، ولهذا السبب فإن الأورام السرطانية تنمو بتأثير مساعد من الـ PG 2.
ما يحدث طبيعيا في الجسم البشري أن العائلتين PG 1 و PG 3 تقاومان الآثار السيئة لـ PG 2. فما تفعله الـ PG 1 والـ PG 3 هو: تخفيض تخثر الدم، تخفيض ضغط الدم، تخفيض الكوليسترول، تخفيض الالتهابات وزيادة نشاط الخلايا الطبيعية القاتلة والتي تساعدنا في محاربة السرطان. الدهون المتحولة تمنع إنتاج PG 1 و PG 3، ونتيجة لذلك يحصل عدم توازن ويزداد الـ PG 2 دون وجود ما يقاوم آثاره السلبية وهذه هي إحدى المعضلات الصحية في عصرنا الحالي. كما أن عملية هدرجة الدهون تؤدي إلى فقدان الزيت للدهون الحمضية مثل اوميغا٣ والتي تعد ضرورية وأساسيه في صحة كل اعضاء الجسم.. وفقدانها يؤدي إلى امراض مميتة

التأثيرات الضارة لتناول الدهون المتحولة

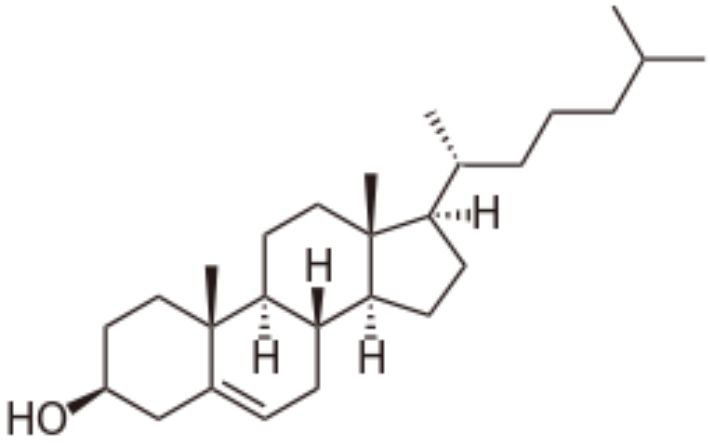
عندما يتم تناول الزيوت الطبيعية تأيض اجسامنا نصف انواع هذه الزيوت خلال فتره لاتتجاوز ١٨ يوم بينما إذا تم تناول دهون متحولة فإن الجسم يحتاج إلى ٥١ يوما لتأييضها. هذا يعني أن انزيماتنا وخلايانا ستبقى تعاني من وجود الدهون المتحوله بها لمدة ٥١ يوما . ولا يمكن التخلص من الدهون المحوله المخزنه في الجسم إلا عن طريق ممارسة الرياضة حتى التعرق

ومن التأثيرات الضاره التي يمكن ان تحدث نتيجة تناول الدهون المتحوله :

- **تخفيض HDL وهو الكولسترول الجيد.**
- **زيادة LDL الكوليسترول السيء.**
- **تخفيض كثافة الحليب الذي تنتجه الأم مما له تأثير سيء على تغذية الرضيع.**
- **انخفاض وزن المواليد.**
- **انخفاض مستويات الانسولين في الدم مقابل الكلوكوز مما يهدد بالإصابة بالسكري**
- **الاضرار بفعالية تجاوب النظام المناعي.**
- **تخفيض مستوى التستستيرون في الذكور وزيادة في تعداد الحيوانات المنوية الغير طبيعية**
- **يكون هناك تأثيرات على الحمل عند الاناث**
- **تخفيض تفاعل خلايا الدم الحمراء مع الانسولين مما يشكل اثرا غير مرغوب لدى مرضى السكري.**
- **تقييد عمل الانزيمات المرتبطة بالأغشية.**
- **التأثير السلبي على نشاط الأنزيمات المتعلقه بهضم الأدوية أو الكيماويات التي تدخل الجسم عموما.**
- **تحدث تغييرات في كثافة ودرجة نقل الأغشية.**
- **تحدث تغييرات في درجة ونوعية الدهون في الخلايا.**
- **تتدخل لتحدث تغيرات سلبيه في عمليات هضم اوميغا٣ في الخلايا.**
- **تؤدي إلى تزايد في نقص الامتصاص أو الاستفادة من الدهون الحمضية الضرورية**
- **تضاعف عدد ونشاط الجذور الحره Free - radical**

الكوليستيرول (Cholesterol)

أُكتشف الكولسترول بشكله الصلب في حصيات عصارة المرارة من قبل فرنسوا بولوتييه دولاسال سنة ١٧٦٩ وفي سنة ١٨١٥ أطلق عليه الكيميائي الفرنسي ميشيل أوجين شوفرول اسم "كُولستيرين" (Cholesterine) من اللغة اليونانية حيث "كولي" تعني عصارة المرارة و"ستيريوس" الجسم الصلب.
والكوليسترول هو جزئ دهني ينتمي الى صنف الدهون المشتقه (Derived Lipids) مكون من أربعة حلقات متجاورة تسمى بوحدة الستيرويد (Steroid unit) بالإضافة إلى جزء غير حلقي مرتبط بذرة الكربون رقم ١٧
ويتكون جزئ الكوليستيرول من ٢٧ ذرة كربون من بينها ١٧ تشكل الحلقات الأربعة (A,B,C & D)



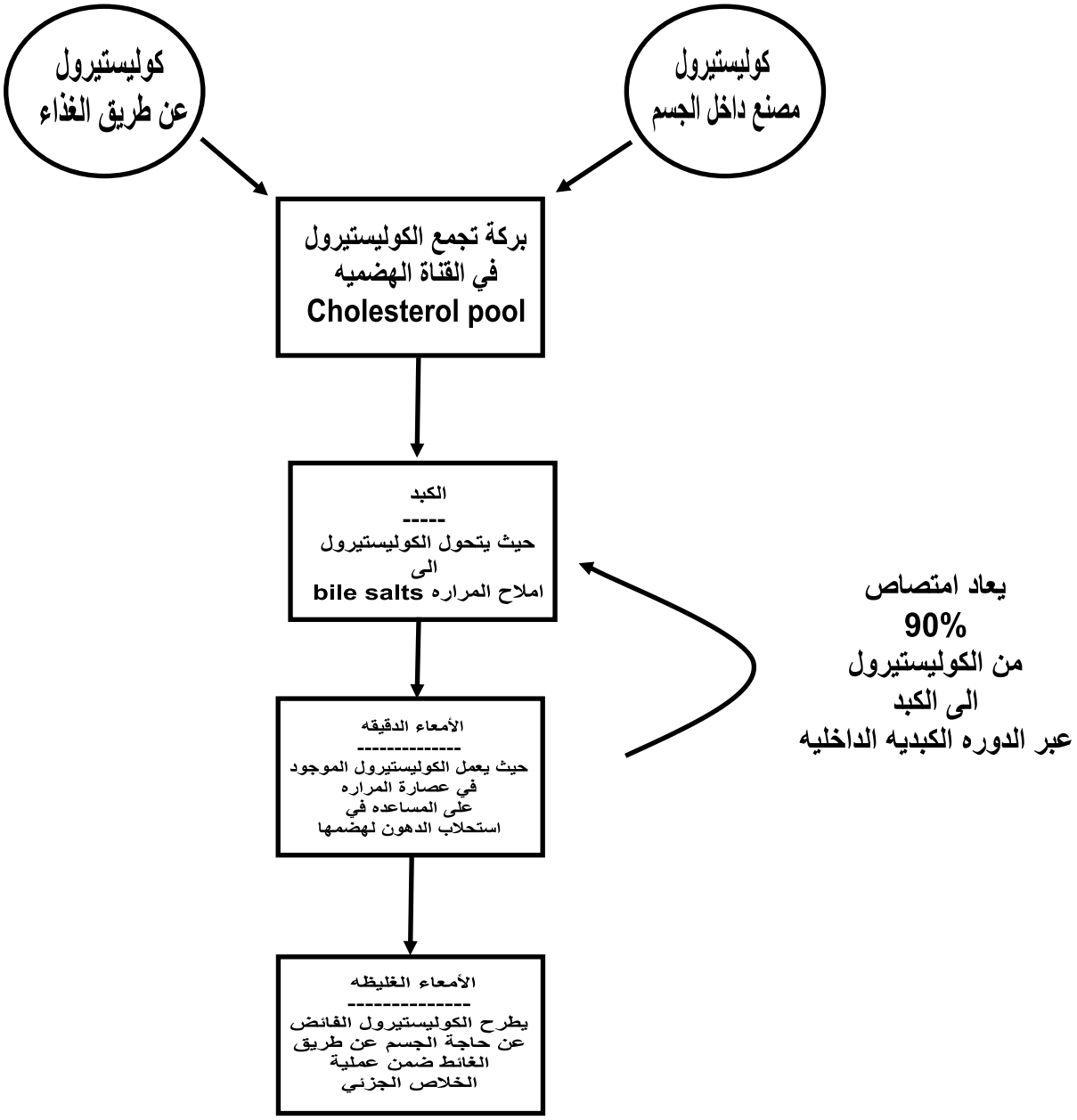
عندما يذكر اسم الكولبستيرول يرقى إلى الذهن على الفور بأنه شيء غير مفيد وضار بصحة الإنسان لكن زيادته عن حدود معينة هي التي تتسبب في ضرره ومن فوائده تكوين :
- أحماض عصارة المرارة (والتي تساعد في هضم الدهون) (Bile acids).
- فيتامين د (Vitamin D)
- هرمون البروجيسترون (Progesterone Hormone)
- الايستروجين (Estrogen) هرمون الأنوثة ومشتقاته ايسترادايول و ايسترون وايستريول
- الاندروجين (Androgen) هرمون الذكورة ومشتقاته أندروستيرون و تستوستيرون
- هرمونات المينيرالواكورتيكويد (Mineralo - corticoid hormones) .
- هرمونات الجلوكورتيكويد (Glu - corticoid hormones) مثل الكورتيزول (Cortizol).
- كما أنه ضروري وهام لأغشية الخلايا لكي يعطى لها صفة المسامية والقيام بوظائفها.

التكوين الحياتي للكوليستيرول (Biosynthesis of Cholesterol)

يصنع جسم الإنسان أغلب كميات الكولسترول الخفيف التي يحتاجها من مواد عضويه بسيطه حاويه على مجموعة الآسيتيل (Acetyl group) " $CH_3 - C$ - " مثل الحوامض الامينيه والحوامض الدهنيه والكربوهيدرات وفي اماكن عديده من الجسم مثل الكبد والامعاء والجلد وفي انشجة الغدد التناسليه الذكريه والانثويه ويصنع الكبد في الشخص البالغ السليم ما يقارب غراما واحدا من الكوليستيرول يومياوعلى هذا الاساس فان الكبد يعتبر اكبر مصدر لتصنيع الكوليستيرول في الجسم

وكذلك يحصل الانسان على كميات أخرى من الكوليستيرول موجودة جاهزة عن طريق الغذاء مثل صفار البيض والجمبري والصدفيات والتي تقدر بنحو 0.8 غم باليوم الواحد في الحالات الطبيعيه التي تخص الغذاء المناسب وعمليتي الهضم والامتصاص السليمتين
ويحدث امتصاص الكوليستيرول في القناة الهضميه (Alimentary tract) وينتقل الى الكبد حيث يتحول قسم منه الى املاح المراره والذي يكون لها دور هام في استحلاب وهضم الشحوم في الامعاء الدقيقه ويلاحظ ان ٩٠% من املاح المراره الموجوده في الامعاء بعاد امتصاصها الى الكبد وذلك عبلا الدوره الكبديه الداخليه (Enterohepatic circulation) اما الكوليستيرول الزائد عن حاجة الجسم فيتم طرحه الى خارج الجسم عن طريق الغائط وتسمى هذه العمليه بعملية التخلص الجزئي من الكوليستيرول (Partial elimination of cholesterol)

ويوضح المخطط التالي مراحل تصنيع الكوليستيرول وايضه ومصيره النهائي



ويوجد نوعان من الكوليستيرول وهما

١) الكوليستيرول المرتبط ببروتين دهني منخفض الكثافة (Law density lipid) أو باختصار (LDL-cholesterol) او ما يسمى بالكوليستيرول السيئ وهو الذي تكون زيادته في الدم ضارة (More than 200 mg/dl) ويسبب الإصابة بأمراض القلب وتصلب الشرايين.

٢) الكوليستيرول المرتبط ببروتين دهني مرتفع الكثافة (High density lipid) أو باختصار (HDL-cholesterol) او ما يسمى ب " الكوليستيرول الحميد " وزيادته مفيدة حيث يقوم بنقل النوع المنخفض الكثافة إلى الكبد فيقوم الكبد بتحويل جزء منها إلى عصارة المرارة. هذا يعني أن زيادة نسبة (HDL) بين ٤٠ إلى ١٠٠ ملي غرام/ ديسيلتر في الدم تعنى انخفاض نسبة الإصابة بأمراض القلب.

يتواجد (LDL) في الدم من مصدرين من الغذاء مباشرة (فهو موجود بكثرة في صفار البيض والجبن الدسم والجمبري والصدفيات) أو يقوم الجسم بتصنيعه أثناء التمثيل الغذائي لذلك يزيد وجوده في الدم أحيانا عن الحد اللازم .

أما نوع (HDL) الطيب فلا يمكن للجسم تصنيعه ولا بد من تعاطيه مع الغذاء .

ويكثر نوع (HDL) في زيت كبد الحوت وفي الأسماك ويستحسن أخذ ملعقة صغيرة من زيت السمك أو كبسولة منها يوميا حتى يتحسن التوازن بين (LDL) و(HDL) في الدم وبذلك يتقي الفرد أضرار تراكم نوع LDL في الأوعية الدموية وما لها من أضرار مثل تصلب الشراريين وتكلسها وأمراض القلب وسوء عمل الكلى.

وينتقل النوع بروتين دهني منخفض الكثافة (LDL) مع الدم إلى باقي أعضاء الجسم . وفي نفس الوقت يقوم النوع بروتين دهني مرتفع الكثافة (HDL) بإرجاع (LDL) الزائد الى الكبد لتقويضه .

يفترض حاليا أن ارتفاع نسبة الكولسترول في الدم وعل الأخص ارتفاع نوع (LDL) والذي يمكن أن ينتج عن عوامل غذائية ووراثية هو السبب الرئيسي في أمراض تصلب الشرايين . وتساهم هذه الظاهرة في خطر الإصابة باحتشاء قلبي أو(ذبحة صدرية) أو السكتة الدماغية نتيجة لتكون خثرة دموية وتلعب البروتينات الدهنية منخفضة الكثافة (LDL) دورا رئيسيا في تصلب الشرايين والتكلس حيث أن ارتفاعها عن حد معين يسمى في الأوساط الطبية بارتفاع "الكولسترول الضار".

بعكس ذلك يمثل ارتفاع نسبة نوع بروتين دهني مرتفع الكثافة (HDL) درجة من الحماية ضد هذه الأمراض لذلك يقال أنها "الكولسترول الحميد" .

فائدة (HDL) تكمن في أنه يقوم بنقل نوع (LDL) إلى الكبد الذي يقوم بتحويلها إل عصارة المرارة. ولكن نوع HDL (وتبلغ نسبته ٤٠ - ١٠٠ مليغرام / ديسيلتر في الدم) لا يستطيع نقل كل كمية LDL الزائدة إلى الكبد مما يؤدي الى ترسبها في الأوعية الدموية وتسدها رويدا رويدا مما تكون له عواقب وخيمة على أعضاء مثل القلب والكلى

الأهميه السريريه للكوليسنيرول Clinical significance

Normal value = 140 – 200 mg / dl serum

لايوجد للكوليستيرول خصوصيه معينه يمكن البت في تشخيص مرض واحد فهو يتاثر بكثير من الحالات المرضيه كما ان تحمله يختلف نسبة الى الاشخاص والحالات المرضيه ولعل اهميته السريريه موجهه بصوره رئيسيه نحو مرض تصلب الشرايين حيث يرتفع عن مستواه الطبيعي ارتفاعا كبيرا

مستويات الكولسترول بالدم

المستوى الطبيعي للكولسترول (الكلي) بالدم يجب ألا يتجاوز الـ ٢٠٠ مليغرام/ ديسيلتر. ولكن تحليل الكولسترول الكلي لا يقدم نتائج دقيقة عن حالة الجسم وعن الحماية للقلب ولذلك لابد من تحليل الكولسترول إلى أجزائه (HDL & LDL)
فالكولسترول الكلي بالجسم هو مجموع الكولسترول الحميد (HDL) والكولسترول السيء (LDL) وخمس مقدار الكليسريد الثلاثي في الدم (Triglycerides) وذلك بشرط أن تكون الشحوم الثلاثية أقل من ٤٠٠ مليجرام / ديسيلتر
أي مجموع LDL+HDL+1/5(TG) يساوي ٤٠٠ مليغرام/ ديسيلتر على الأكثر.
- الكولسترول الحميد (HDL) يجب أن يكون بالرجال أكثر من ٣٤ مليغرام/ دل وفي النساء أكثر من ٤٥ مليغرام/ دل ليعكس حماية قلبية جيدة للجسم
- الكولسترول السيء (LDL) يجب أن يكون أقل من ١٣٠ مليغرام / دل

عند ارتفاع ال (LDL) عن مستواه الطبيعي او انخفاض (HDL) عن اقل مستوى طبيعي له بالدم يجب اتباع الاجراءات التاليه :

١) من ١٣٠ – ١٥٩ ملغم / دل ------- يجب تطبيق حمية غذائية.

٢) من ١٦٠ – ١٨٩ ملغ / دل ------- يجب تطبيق حمية غذائية والاستعانة بالأدوية الخافضة للكولسترول (طبقا لمواصفات الطبيب) عند وجود عوامل خطورة مرافقة (سمنة-ارتفاع ضغط الدم - سكري - التدخين...).

٣) أعلى من ١٩٠ مليجرام / ديسيلتر ---------- حمية شديدة مع تطبيق المعالجة الدوائية الخافضة للكولسترول، ومراقبة ضغط الدم لتكون أقل من ١١٠/٧٠ .

يجب عمل التحليل بعد صيام ١٤ ساعة عن الطعام والشراب عدا الماء فلا بأس به.

وفيما ادناه اهم الحالات المرضيه التي قد يرتفع او ينخفض فيها مستوى الكوليستيرول بالدم عن مستواه الطبيعي

ارتفاع الكوليستيرول عن الحد الاعلى لمستواه الطبيعي Hypercholesterolemia :

من اهم الحالات السريريه التي قد يصاحبها ارتفاع في مستوى الكوليستيرول بالدم عن مستواه الطبيعي :

١) تصلب الشرايين (Atherosclerosis)
حيث يترسب الكوليستيرول السئ في الاوعيه الدمويه وخاصة الشرايين مما يؤدي الى تلفها وعدم تدفق الدم بسهوله خلالها

٢) امراض القلب (Heart diseases)
حيث ان ازدياد تراكم وترسب الكوليستيرول في الاوعيه الدمويه يؤدي الى حدوث اضطرابات مضاعفه بالدوره الدمويه

٣) داء السكري (Diabetes mellitus)
وتعزى الزياده الى الاضطراب الذي يحدث في عملية ايض المركبات البروتينيه والشحوم مما يؤدي الى تحول جزء منها الى الكوليستيرول نتيجة الارتباك الايضي

٤) المتلازمه الكليويه (Nephrotic syndrome)
حيث تزداد البروتينات الشحميه بالجسم والتي تحتوي على نسبه كبيره من الكوليستيرول

٥) الحصوات المراريه وانسداد قناة الصفراء
حيث ان عدم افراغ الصفراء الى الامعاء والمحتويه على كميه كبيره من الكوليستيرول يؤدي الى ارتفاعه بالدم

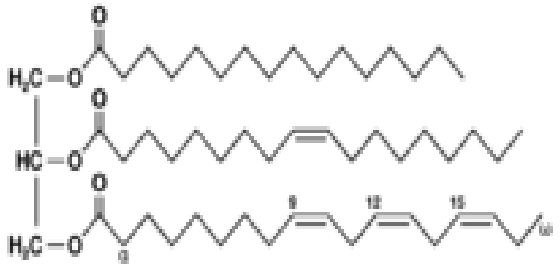
انخفاض الكوليستيرول عن الحد الادنى لمستواه الطبيعي Hypocholesterolemia :
من اهم الحالات السريريه التي قد يصاحبها انخفاض في مستوى الكوليستيرول بالدم عن مستواه الطبيعي

١) التهاب الكبد الشديد (Sever Hepatitis)
حيث لايتمكن الكبد من تصنيع الكوليستيرول نتيجة التلف الحاصل في نسيجه

٢) الافراط في افراز الغده الدرقيه لهرمون الثيروكسين
حيث ان هرمون الثيروكسين له تاثير عكسي في تركيز الكوليستيرول فزيادته تعمل على تخفيض مستوى الكوليستيرول

الدهنيات الثلاثيه (Triglycerides (TG :

هي عبارة عن مركبات عضوية دهنية موجودة في الدم ومهمه لإنتاج الطاقة الحرارية وزيادتها في الدم تسبب مخاطر الإصابة بالأمراض القلبية الوعائية حتى وان كان مستوى الكوليسترول طبيعي ونسبتها في الدم يجب أن لا يتعدى ٢٠٠ملغم/١٠٠س س دم للرجال وهي تقل بقليل عند النساء .
ويقوم الكبد بتصفيتها عادة من الدهون التي نتناولها في غذائنا أو من الدهن المختزن في جسمنا ويقوم البروتين الدهني المنخفض جدا في الكثافة والمسمى (VLDL) بحمله من الكبد أو الأمعاء إلى الدم .
وقد سميت بالدهون الثلاثيه لكونها مكونه من ثلاثة احماض دهنيه اضافة للكليسرول (Glycerol)
ويوجد انواع عديده من الدهون الثلاثيه اعتمادا على المصدر الدهني القادمه منه وتكون جميعها غير مشبعه (Unsaturated) معظمها يحتوي على عدد كبير من الاواصر الثنائيه (C = C)
والبعض منها يحتوي على عدد اقل من الاواصر الثنائيه وعادة ما تكون الاحماض الدهنيه المكونه لها



وتعتبر الدهون الثلاثيه شقيقة الكوليسترول فمعظم الدهون الموجودة في أجسامنا تكون على هيئة دهنيات ثلاثية وتخزن في الأنسجة الدهنية وتكون نسبة قليلة منها في تيار الدم . ويجدر الإشارة هنا إلى أن إرتفاع تركيز الدهنيات الثلاثية في الدم لوحدها لا يؤدي إلى تصلب الشرايين . ولكن البروتينات الدهنية (LDL) الغنية بالدهنيات الثلاثية تحتوي أيضا على الكوليسترول والذي يسبب تصلب الشرايين عند بعض الأشخاص المصابين بإرتفاع تركيز الدهنيات الثلاثية ولذلك فإن إرتفاع تركيز الدهنيات الثلاثية ربما يكون علامة لوجود مشكلة في البروتينات الدهنية Lipoproteins التي تحمل الدهون الثلاثية و تحمل ايضاً الكوليسترول و من الممكن لهذه البروتينات أن تساهم في أمراض القلب التاجية.
تعتبر الدهون الثلاثية إحدى مكونات دهون الدم المهمة حيث أنها تأتي من الطعام الدهني (الحيواني) الذي نتناوله وكذلك من الزيوت النباتية كما أنها يمكن أن تصنع في الجسم كما هو الحال في الكوليسترول وتلعب الكربوهيدرات (النشويات) دوراًكبيراً في تصنيع الدهون الثلاثية في الجسم إذ تتحول النشويات إلى دهون وخصوصاً عند الأشخاص الذين يستهلكون كميات كبيرة من هذه النشويات ولا يقومون بأي مجهود بدني أو نشاط حركي يحرق هذه النشويات وفي هذه الحالة فإن النشويات سوف يتم تحويلها إلى دهون وتخزن في الأنسجة الدهنية في الجسم ويتم إطلاقها في الدم عندما يحتاج الجسم إلى طاقة خصوصاً بين الوجبات فتجمع هذه الدهون الثلاثية بشكل كبير في الدم و إرتفاع هذه الدهون بالدم له إرتباط كبير في حدوث أمراض القلب وأمراض الشرايين Coronary (artery disease) و توجد دراسات تثبت أن إرتفاع الدهون الثلاثية يعتبر عامل محفز لمرض السكري و إرتفاع ضغط الدم .
إن زيادة نسبة الدهون الثلاثية هذه في الدم قد تساهم في حدوث مرض السكري (نوع ٢) لدى البالغين إذ انه تحت تأثير هذا الارتفاع لا ينتج الجسم هرمون الأنسولين بكميات كافية أو تغفل الخلايا عن الأنسولين إلى جانب هذا قد يؤدي ارتفاع مستوى الترايكليسيرايد إلى ازدياد مخاطر الإصابة بالتهاب الكبد والجدير بالذكر أيضا أن ارتفاع مستوى السكر بالدم غالبا ما يؤدي لارتفاع نسبة الدهون الثلاثية أيضا لذا ينصح مريض السكري بعمل فحص دوري كل ٦ أشهر لفحص نسبة الدهون الثلاثية

في دمه والعمل على ضبطها قدر الإمكان حيث وجد حديثا أن الدهون الثلاثية والدسم عدو للأنسولين اللازم لتخفيض مستوى السكر في الدم .
تجدر الإشارة إلى أن المرأة وخصوصا المدخنة وبعد سن اليأس اكثر تأثرا بارتفاع مستوى الترايكليسرايد من الرجل فإذا ازداد معدل الترايكليسرايد عن ١٥٠ ملغم / ديسيلتر لدى المرأة تصبح عرضة للإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية في حين لا يتأثر الرجل بهذا الارتفاع إلا إذا بلغ ٤٠٠ ملغم / دبسيلتر

مواد غذائية ونصائح لتخفيض مستوى الدهون الثلاثية في الدم

١- تعمل الرياضة وبالتأكيد على خفض مستوى الدهون الثلاثية في الدم مثلها مثل أحدث الأدوية وأغلاها على أن تمارس يوميا ولمدة نصف ساعة على الأقل ناهيك عن فائدة الرياضة هذه لجميع أعضاء الجسم بما فيها القلب والرئتين والمفاصل وضغط الدم كما أنها تعمل على محاربة السمنة وزيادة الوزن .
٢- أما أفضل علاج غذائي هي المواد الغذائية المستخرجة من البحر وذلك لاحتواه هذه المواد على أحماض دهنية أساسية متعددة غير مشبعة (omega 3) فقد أظهرت احدث الدراسات أن الأحماض هذه والموجودة أيضا في زيت السمك تخفض الدهون الثلاثية لحد كبير ويمكن ذلك بتناول المنتجات البحرية مرتين يوميا بدلا من البروتين العادي (اللحم والدجاج والبيض والحليب والجبن) وعلى مدى ٣ أسابيع قد أدى لخفض الدهون الثلاثية بنسبة ٦١% عند المرضى .
* نصيحة غذائية : من الأفضل أن نحصل على الأوميغا٣ من الأسماك مباشرة أو من زيوتها وينصح بعدم تناول الأوميغا٣ هذه بشكل مكملات غذائية كمستحضرات صيدلانية حيث وجد أن الأحماض الدهنية هذه تفقد قيمتها الدوائية في حال استخراجها من الأسماك علما بأن هذا الخبر لن يرضي مروجي وصانعي المكملات الغذائية هذه .
٣- أما الثوم فإن فص واحد منه يوميا وفقا لإحدى الدراسات يعمل على خفض الدهون الثلاثية هذه بنسبة ١٣% تقريبا وفي دراسة أخرى بنسبة ٢٣% وقد عمل نصف كوب من الفاصوليا المجففة على خفضها بنسبة ١٧% .

مواد غذائية وأسباب يمكن أن ترفع الدهون الثلاثية في الدم

أن الدهون الثلاثية هذه أكثر ما تتأثر بنوعية الطعام وكميته مثلها مثل مرض السكري والضغط والكوليسترول ففي الغذاء داء ودواء لمثل هذه الحالات فعليك استعمال فطرتك وعلمك ليكن غذاؤك دواؤك .

- السكر الأبيض سواء مع المشروبات أو المعجنات أو الحلويات لذا لا بد من التقليل من تناول السكر ومصادره خصوصا حلوياتنا العربية الكثيرة والشهية .
- الخبز الأبيض (الدقيق المحسن) حيث يفضل تناول الخبز الأسمر الغني بالألياف .
- عصارات الفواكه والفواكه المجففة .
- الإفراط في تناول الكحول .
- اللحوم الحمراء والحمص والبطاطا والقهوة .
- العامل الوراثي الذي يمكن تأجيله على الأقل وذلك باتباع نمط حياتي غذائي صحي وممارسة الرياضة ومحاربة السمنة والتوقف عن التدخين وشرب الكحول .

الفصل السادس

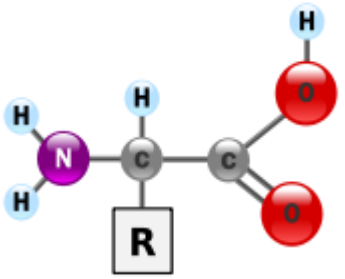
البروتينات

البروتينات Proteins

ان كلمة بروتين (Protein) مشتقه من الكلمه اللاتينيه (proteios) والتي تعني (الأول) حيث يعتبر البروتين المركب الأول من حيث الأهميه للحياة فلا يمكن أن تكون هناك حياة بدون البروتين فهو المركب الرئيس والضروري في تركيب ووظيفة كلّ الخلايا الحية وحتى الفيروسات .

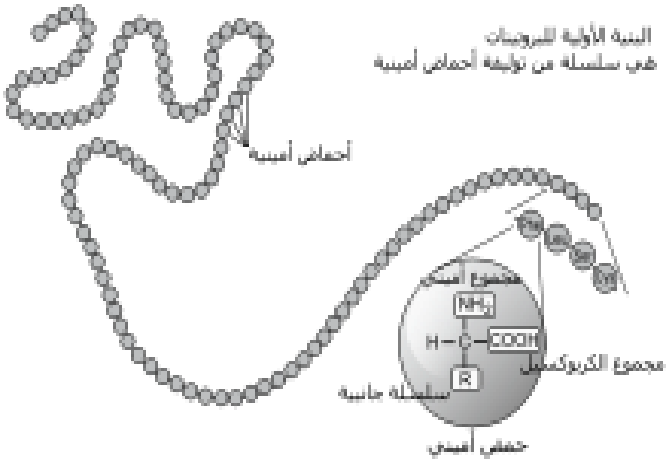
بنية البروتين

تتركب البروتينات من عدد من المركبات البنائيه الأساسيه والتي تسمى بالأحماض الأمينية (Amino acid) والتي هي عباره عن مركبات عضويه تحتوي على مجموعة حامضيه تسمى الكربوكسيل (COOH) ومجموعة قاعديه تسمى الأمين (NH2) او بمعنى آخر وحسب تصنيف المركبات العضويه يعتبر الحامض الأميني حامض عضوي كربوكسيلي يحتوي على مجموعة أمين والتي تكون مرتبطه مع ذرة الكربون في الموضع الفا أي انها (Alpha amino carboxylic acid) . والآحماض الأمينيه المعروفه بالطبيعه محدودة العدد حيث وكما هو معروف أن عددها اثنان وعشرون حامض أميني فقط



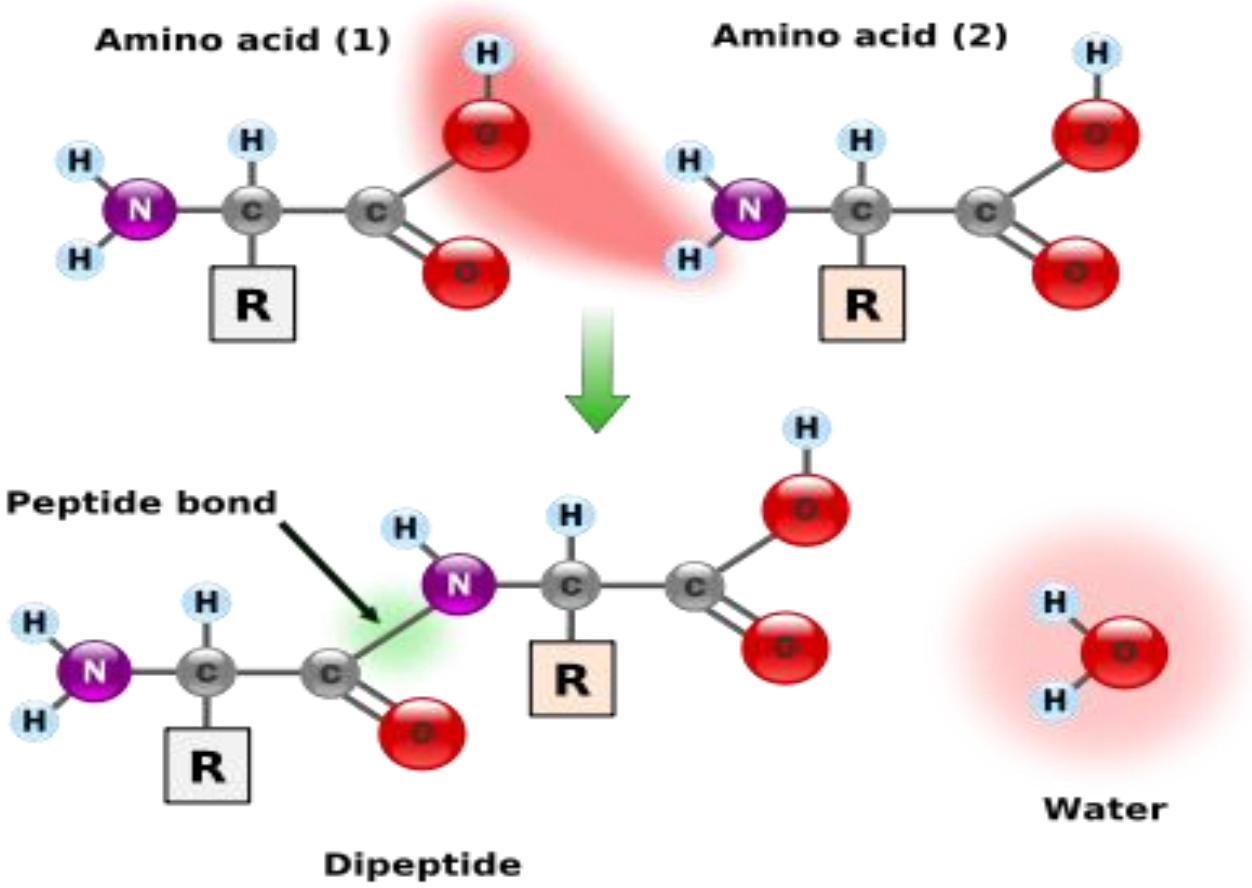
التركيب البنائي العام للحامض الأميني

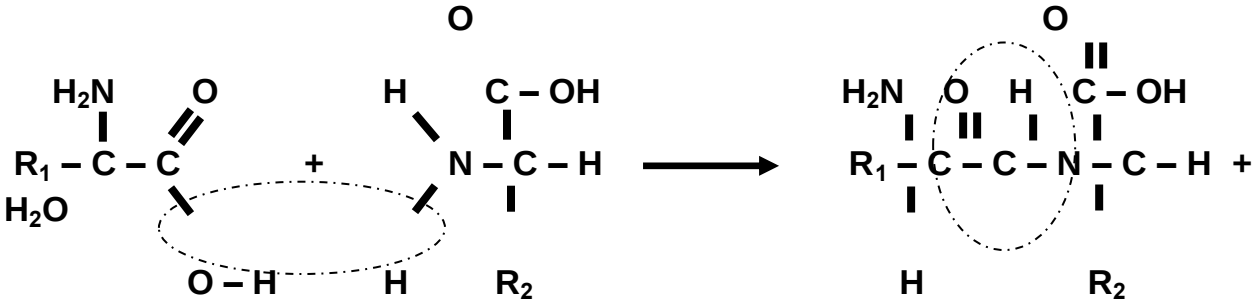
وترتبط تلك الحوامض الأمينيه مع بعضها البعض بروابط كيميائية تعرف بالروابط الببتيدية (Peptide bond) وذلك عن طريق الارتباط بين مجموعة الأمين في حامض أميني مع مجموعة الكربوكسيل في الحامض الأميني الآخر مكونه سلسله من الاحماض الأمينيه المرتبطه ببعضها البعض والتي تكون بين خمسون الى عدة آلاف من الاحماض الأمينيه وبناء على أنواع وأعداد الأحماض الأمينيه المرتبطه ببعضها البعض وتسلسل ترتبيها في الأرتباط تتكون البروتينات المعروفه والمختلفه . والأوزان الجزيئيه للبروتينات المعروفه ما بين (6,000 – 40,000,000 Dalton)



البنيه الأوليه للبروتين

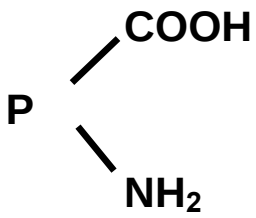
وفيما ادناه توضيح لعملية ارتباط جزيئات الاحماض الأمينيه بأصره ببتيديه لتكوين البروتينات المختلفه :



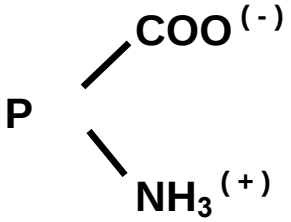


الأصره الببتيديه

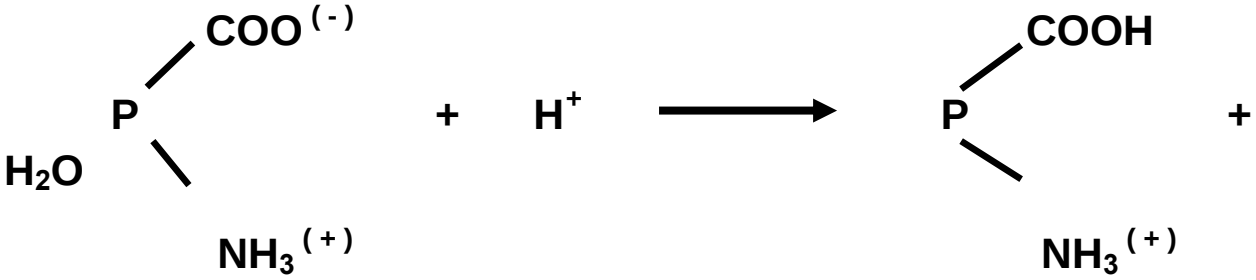
تمثل جزيئة الببتايد الثنائي وحده بسيطه لتركيب البروتينات ويتضح من هذه الوحده البسيطه ان جزيئة البروتين لها جانبان , جانب حامضي (COOH -) وجانب قاعدي (NH_2 -) وعلى هذا الأساس وضع نموذج مبسط لجزيئة البروتين كالأتي :



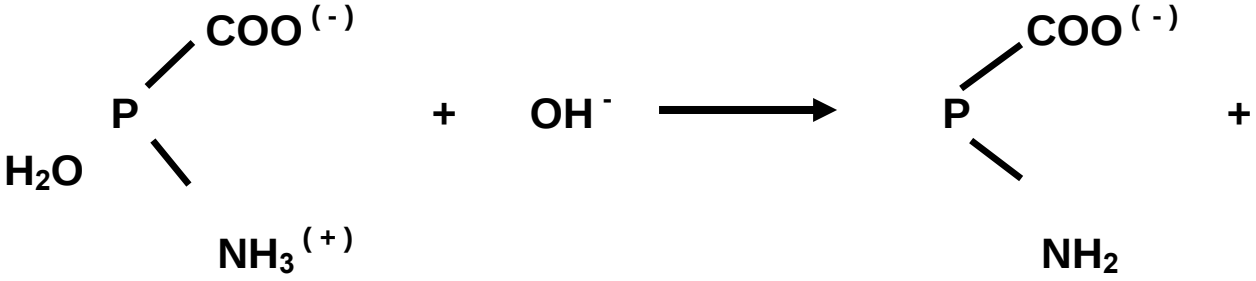
ومن خلال هذا النموذج فان البروتين سيتصرف كيميائيا تصرف الجزيئات القابله للتأين فعند وضع البروتين في مجال متساوي الجهد الكهربائي (Isoelectric point) فأنه سيتصرف كالأتي :



ويتبن من ذلك ان البروتين يتصرف كأيون امفوتيري أي يحمل شحنه موجبه في احد اطرافه وشحنه سالبه في الطرف الآخر وذلك عند وضعه في مجال متساوي الجهد الكهربائي ويطلق على هذا النوع من الايونات أيون زويتر (Zwitter ion form) والذي بدوره سيتصرف كأيون موجب (Cation) عند وضعه في محلول حامضي



بينما سيتصرف كأيون سالب (Anion) عند وضعه في محيط قاعدي



تصنيف البروتينات في جسم الأنسان
Classification of proteins in human being

تقسم البروتينات في جسم الأنسان الى نوعين وهما :

١) البروتينات الصلبه الغير ذائبه (Solid proteins or non soluble proteins)
والتي تكون موجوده بالمكونات الصلبه لجسم الانسان وتشكل الجزء الآكبر منها مثل

- **العضلات (Muscles)**
- **الأربطه العضليه (Ligaments)**
- **الأوتار العضليه (Tendons)**
- **الغضاريف (Cartilages)**
- **المكونات الصلبه للنسيج العصبي (Nervous tissues) والدماغ (Brain) حيث يكون البروتين ٥٠% منها**
- **العظام (Bones)**
- **الشعر**

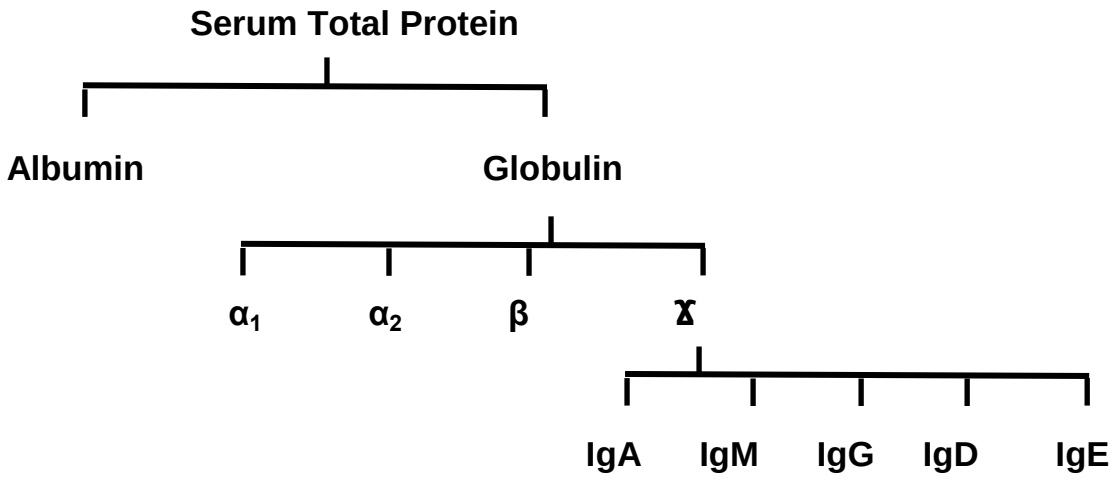
٢) البروتينات الذائبه Soluble protein

وهي البروتينات التي تكون موجوده ذائبه في سوائل الجسم المختلفه مثل الدم والبول وسائل الحبل الشوكي (C.S.F) وتعتبر البروتينات الذائبه ذات الأهميه الأكبر في مجال الكيمياء السريريه وخاصة تلك الموجوده في الدم حيث هي التي يتم اجراء الفحوصات المختبريه عليها ومن خلال قياس مستواها بالدم ومقارنته بمستواها الطبيعي يتم تشخيص الأمراض ذات العلاقه .
ويحتوي بلازما الدم (Plasma) على ثلاث مجموعات من البروتينات وهي :

أ) الألبومين (Albumin)
ب) الكلوبيولين (Globulin) والتي تقسم الى المجموعات التاليه

- **Alpha 1 globulin**
- **Alpha 2 globulin**
- **Gama globulin وهي عباره عن الكلوبيلونات المناعيه (IgA , IgM , IgG, IgD & IgE)**

ت) الفايبرينوجين (Fibrinogen)
ويلاحظ انه في حالة تحضير مصل الدم (Serum) فانه لايحتوي على المجموعه الثالثه (Fibrinogen) والتي تدخل في عملية تخثر الدم أي ان مصل الدم (Serum) يحتوي على الألبومين والكلوبيولين فقط



وظائف البروتينات Functions of proteins :

١) الحفاظ على الضغط الازموزي لبلازما الدم (aintenance of plasma osmotic pressure) ويعتبر الألبومين هو البروتين المسؤول عن هذه الوظيفه

٢) كعامل ناقل (Transport) حيث تلعب بروتينات بلازما الدم دورا هاما في نقل المركبات الاخرى عبر الدوره الدمويه مثل الهرمونات كهرمون الثيروكسين وكذلك تلعب البروتينات دورا هاما في نقل المعادن عبر الدوره الدمويه مثل الحديد والنحاس كما يلعب الالبومين دورا هاما في نقل الاحماض الدهنيه الحره (FFA) عبر الدوره الدمويه وكذلك بعض نواتج عمليات الأيض مثل البليروبين والذي ينقل عن طريق ارتباطه بالألبومين من أماكن تكونه الى الكبد وكذلك نقل العقاقير المختلفه مثل الساليسيلات (Salicylate) وبعض انواع البنسلين.

٣) الدفاع عن الجسم (Defense) حيث ان الآجسام المضاده (Antibodies) هي بروتينات

٤) كنشاط انزيمي (Enzymatic activity) حيث أن الأنزيمات المختلفه في جسم الأنسان هي بروتينات او يدخل البروتين في تركيبها

٥) عامل مهم في عملية تخثر الدم (coagulation and fibrinolysis) حيث أن عوامل تخثر الدم هي بروتينات أو يدخل البروتين في تركيبها

الأهميه السريريه لبروتين مصل الدم الكلى Clinical significance for Protein

المستوى الطبيعي للبروتين الكلي في مصل الدم هو :

Normal value for Total serum protein = 6.5 – 8.0 g / 100 ml serum

في بعض الحالات المرضيه نجد ان الارتفاع في مستوى الالبومين في مصل الدم يقابله انخفاضا في مستوي الكلوبيولين وبالعكس وذلك للحفاظ على مستوى البروتين الكلي في مصل الدم عند حدوده الطبيعيه

ولايحدث ارتفاع او انخفاض في مستوى البروتين الكلي عن مستوياته الطبيعيه الا في بعض الحالات المرضيه الخطيره والتي تكون في غالبيتها مميته وفيما ادناه الحالات المرضيه التي يحدث فيها ارتفاعا او انخفاضا في مستوى البروتين الكلي في مصل الدم على ان نأتي لاحقا عن الحالات المرضيه التي يحدث فيها ارتفاعا او انخفاضا في مستوى كل من الألبومين او الكلوبيولين او كليهما معا .

ارتفاع مستوى البروتين الكلى عن مستواه الطبيعى فى مصل الدم Hyperproteinemia

يرتفع مستوى البروتين الكلى في مصل الدم عن الحد الأعلى لمستواه الطبيعي في الحالات التاليه :

١) في حالة الانكاز (الجفاف) Dehydration وذلك نتيجة فقدان الجسم لكميه كبيره من السوائل مما يؤدي الى ارتفاع في مستوى البروتين الكلي بمصل الدم بين ١٠ % - ١٥ % عن مستواه الطبيعي
٢) في الحالات المتقدمه من داء السكري المزمن Severe Diabetes mellitus
٣) في الحالات السرطانيه وخاصة الورم النخاعي المضاعف Multiple Myeloma حيث قد يصل مستوي البروتين الكلي في مصل الدم الى (10 g / 100 ml serum) ويعزى

ارتفاعه لوجود البروتين النخاعي (Myeloma protein) وهو بروتين لايوجد في دم الانسان الطبيعي وانما فقط في حالة الاصابه بهذا السرطان ويعرف ايضا ب (Bense-Jones protein)

انخفاض مستوى البروتين الكلى عن مستواه الطبيعى فى مصل الدم Hypoproteinemia

ينخفض مستوى البروتين الكلى في مصل الدم عن الحد الأدنى لمستواه الطبيعي في الحالات التاليه :

١) المتلازمه الكلويه (Nephrotic syndrome) حيث يحدث تلف شديد في خلايا الكليه مما يؤدي الى فقد في الالبومين عن طريق البول
٢) في حالة الحروق الشديده (Burns)
٣) في حالة النزف الشديد (extensive bleeding)
٤) في حالة التهابات الامعاء الشديده (intestinal inflammation) حيث يحدث اضطراب في امتصاص البروتينات .

التقنيات المستخدمه لفصل الأنواع المختلفه لبروتينات الدم :

في الكثير من الأحيان نحتاج الى قياس مستوى الأنواع المختلفه من بروتينات الدم مجموعات او كل على حده وذلك من اجل معرفة اي خلل يحدث في مستوياتها بسبب الأمراض ذات العلاقه مما يساعد في تشخيصها

ومن أجل ذلك فلابد من فصل الأنواع المختلفه من بروتينات الدم عن بعضها البعض وتوجد طرق عديده تستخدم لهذا الغرض ومن أكثر هذه الطرق استخداما :

١) **التجزئه بالمذيبات أو الأملاح (salt or solvent fractionation)**
وتعتمد هذه الطريقه على الأختلاف في قابلية ذوبان الأنواع المختلفه من بروتينات مصل الدم في المحاليل الملحيه وكمثال على ذلك يمكن فصل البومين مصل الدم عن كلوبيولين مصل الدم باضافة المحلول الملحي كبريتيت الصوديوم (sodium sulphite) حيث أن الألبومين يذوب في هذا المحلول بينما الكلوبيولين لايذوب

٢) **النبذ فائق السرعه (Ultracentrifugation)**
حيث تعتمد هذه الطريقه على الاختلاف في الأوزان الجزيئيه (Molecular weights) للأنواع المختلفه لبروتينات الدم فعند نبذ هذه البروتينات عند سرعه عاليه جدا يتم عزل كل منها على حده اعتمادا على اوزانها الجزيئيه

٣) **الترشيح خلال الجل (Gel Filtration)**
وتعتمد هذه الطريقه في فصل البروتينات على الاختلاف بين البروتينات المختلفه على المرور خلال مادة الجل اعتمادا على كتلتها الجزيئيه (Molecular masses)

٤) **التحليل الكيمياوي المحصن (Immunochemical analysis)**

وتعنمد هذه الطريقه على الاختلاف في سرعة انتشار البروتين خلال ثقب في ماده الهلاميه (gel) وبا تجاه قطر الثقب (Radial diffusion)

٥) الكروماتوكرافي (chromatography)
وتعتمد هذه الطريقه على الاختلاف بين البروتينات المختلفه في الانسياب والمرور (Rate of flow) خلال وسط كروماتوكرافي (Chromatographically media)وذلك اعتمادا على حجم وشكل والشحنه الكهربائيه لكل نوع من البروتينات

٦) الترحيل الكهربائي (Electrophoresis)
وتعتبر من اكثر الطرق استخداما في مختبرات الكيمياء السريريه والتي سيتم دراستها تفصيليا وتعتمد هذه الطريقه على اختلاف كثافة الشحنات الكهربائيه الموجوده على البروتينات المختلفه بما يؤدي الى اختلاف سرعة هجرة كل منها خلال المجال الكهربائي (electrical potential)مما يؤدي الى انفصال كل منها على انفراد .

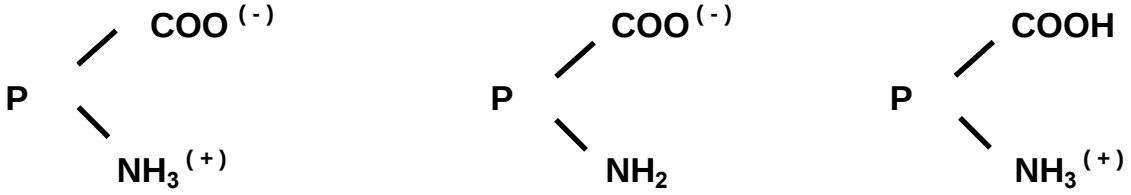
٧) الترحيل الكهربائي المحصن (Immunoelectrophoresis)
وتجمع هذه الطريقه بين التحليل الكيميائي المحصن وطريقة الهجره الكهربائيه وهي طريقه اكثر تطورا وتعقيدا وتستخدم في عمليات الفصل الدقيقه جدا للبروتينات حيث تكون اكثر دقه في فصل البروتينات المختلفه عن طريقة الترحيل الكهربائي وخاصة البروتينات التي يكون مستواها في مصل الدم قليل مثل IgE

الترحيل الكهربائي لبروتينات مصل الدم Serum Protein electrophoresis

تعتبر طريقه الترحيل الكهربائي واحيانا تسمي الهجره الكهربائيه من اهم واكثر الطرق المختبريه استخداما في الكيمياء السريريه لغرض فصل الانواع المختلفه من بروتينات مصل الدم لمعرفة مستويات كل منها في مصل الدم من اجل التشخيص السريري الدقيق

الأساس العلمى Principle :

من المعروف ان البروتين الذائب يكون على هيئة ايون امفوتيري والذي يطلق عليه ايون زويتر Zwitter ion اي انه يكون ثنائي الشحنات الكهربائيه عند وضعه في محلول متعادل ويحمل شحنه موجبه عند وضعه في وسط حامضي بينما يحمل شحنه سالبه عندما يوضع في وسط قاعدي وبناء على ذلك فان البروتين الذي يحمل شحنه احاديه يمكن ترحيله كهربائيا اعتمادا على خاصية الانجذاب الكهربائي بين الشحنات المختلفه اي ان الشحنه الموجبه تتجه باتجاه القطب السالب وبالعكس .

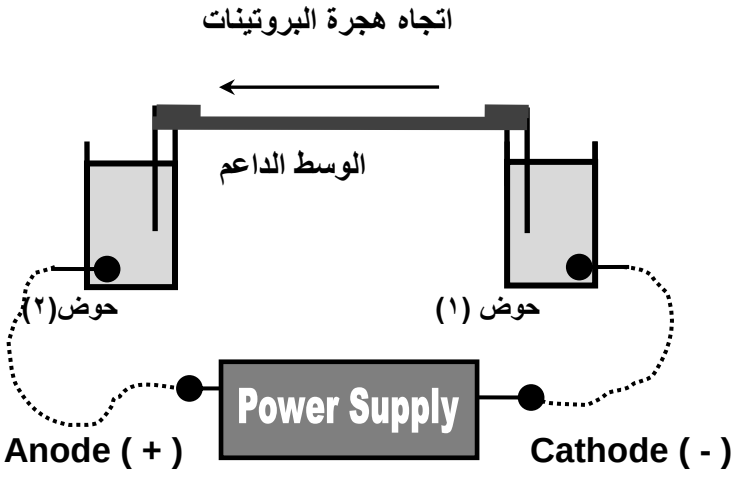


وسط متعادل وسط قاعدي وسط حامضي

في حالة البروتين الذي يكون ثنائي الشحنه لايمكن ترحيله كهربائيا ولايمكن استخدام الوسط الحامضي لكونه يؤدي الى تخثر البروتين وتحطيمه فلذلك فان عملية الترحيل الكهربائي تتم فقط باستخدام الوسط القاعدي أي يكون البروتين حاملا لشحنه كهربائيه سالبه وعند ترحيله كهربائيا يتم الترحيل باتجاه القطب الموجب Anode

تتم عمليه الترحيل الكهربائي لبروتينات مصل الدم باستخدام جهاز خاص يسمى بجهاز الترحيل الكهربائي (Electrophoresis Instrument) والذي يتكون من حوضين من البلاستيك يوضع في كل منهما المحلول الدارئ القاعدي والذي يعمل على توفير الوسط القاعدي ليجعل البروتين يحمل شحنه سالبه

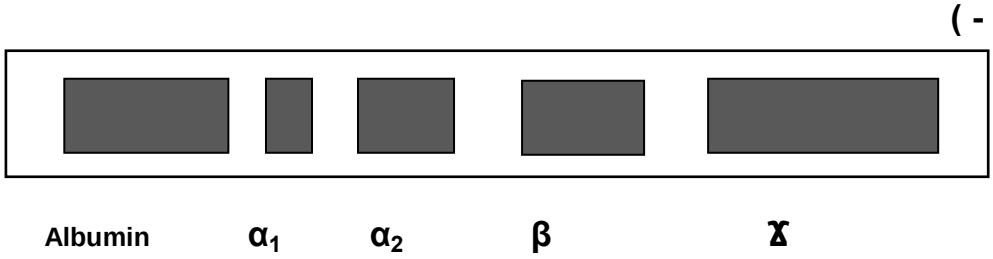
ويوصل احد الحوضين بالقطب الموجب (Anode) لجهاز توفير الطاقه الكهربائيه ذات التيار المستمر DC والذي يكون ذو مواصفات خاصه تسمح بتثبيت التيار الكهربائي الصادر منه عند فرق جهد وشدة تيار ثابتين بينما يوصل الحوض الاخر بالقطب السالب (Cathode) لذلك الجهاز



مجهز التيار الكهربائي

وتتم عمليه الترحيل الكهربائي لبروتينات مصل الدم على وسط داعم خاص يسمي (Supporting media) والذي يصل بين الحوضين

ويتم فصل البروتينات المختلفه على الوسط الداعم اعتمادا على حركتها باتجاه القطب الموجب والذي يعتمد على عدد الشحنات الكهربائيه السالبه التي يحملها بالاضافه الى الوزن الجزيئي لكل بروتين ويكون الالبومين اول البروتينات التي تصل الى الانود وذلك لوجود العدد الاكبر من الشحنات السالبه على سطحه وصغر وزنه الجزيئي بينما الكاما كلوبيولين تكون حركتها قليله جدا باتجاه الانود لكبر وزنه الجزيئي وقلة الشحنات السالبه التي يحملها



(بروتينات مصل الدم بعد فصلها على وسط داعم)

العوامل المؤثره على عملية الترحيل الكهربائي لبروتينات مصل الدم :

١) عدد الشحنات الكهربائيه السالبه التي يحملها البروتين (the amount of charge on protein surface)
٢) الوزن الجزيئي للبروتين (Molecular weight of protein)
٣) الأس الهيدروجيني للوسط الدارئ (pH of buffer solution) المستخدم
٤) نوع الوسط الداعم (Supporting media) المستخدم في عملية الفصل
٥) فرق الجهد الكهربائي (Electrical potential) المستخدم

ومن المهم والملاحظ اجراء عملية الفصل في درجة حراره تتراوح بين (٢٠ – ٤٠ درجه مئويه) حيث ان درجات الحراره العاليه تؤدي الى تلف البروتينات (Denaturation of protein)

أنواع الأوساط الداعمه (Type of Supporting media) :

توجد انواع عديده من الاوساط الداعمه التي تستخدم لفصل بروتينات الدم بطريقة الترحيل الكهربائي ومن اهمها

١) Starch – gel
٢) Polyacrylamide – gel
٣) Filter paper whatman No. 1
٤) Agar – gel
٥) Cellulose acetate paper

وتعتبر اوراق السيللوز اسيتيت (cellulose acetate paper) الاكثر استخداما في مختبرات الكيمياء السريريه الروتينيه وذلك لرخص ثمنها واحتوائها على مسامات مناسبه تسمح بانتقال البروتينات ذات الاوزان الجزيئيه الكبيره خلالها مثل الانزيمات وكذلك الهيموكلوبين

فصل بروتينات مصل الدم بطريقة الترحيل الكهربائى :

المستويات الطبيعيه Normal values :

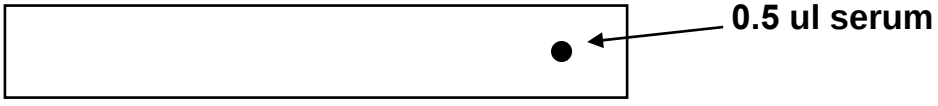
Albumin	**3.50 – 5.00 g%**
Alpha 1 globulin	**0.17 – 0.33 g%**
Alpha 2 globulin	**0.42 – 0.90 g%**
Beta globulin	**0.52 – 1.05 g%**
Gamma globulin	**0.71 – 1.65 g%**

الأجهزه والمواد المستخدمه لاجراء الفحص :

١) جهاز الترحيل الكهربائي (Electrophoresis instrument)
٢) جهاز الطرد المركزي (Centrifuge) لفصل مصل الدم
٣) جهاز الماسح الضوئي (Scanner)
٤) وسط داعم مناسب (Supporting media) ويستخدم في حالة الفحوصات الروتينيه
- Cellulose acetate paper 5 X 12 cm او
- Filter paper whatman No 1 4 X 22 cm
٥) محلول دارئ قاعدي (Basic buffer solution)
٦) محلول مثبت (Fixative) لتثبيت كل بروتين في المنطقه التي تم ترحيله اليها على الوسط الداعم
٧) صبغه خاصه لصبغ مناطق تواجد البروتينات المختلفه على الوسط الداعم بعد فصلها مثل
- Bromophenol blue عند استخدام ورق الترشيح وتمان كوسط داعم او
- Ponceau S in Trichloro acetic acid عند استخدام اوراق السيللوز استيت كوسط داعم
٨) حامض الخليك (Acetic acid) للتخلص من الصبغه الزائده

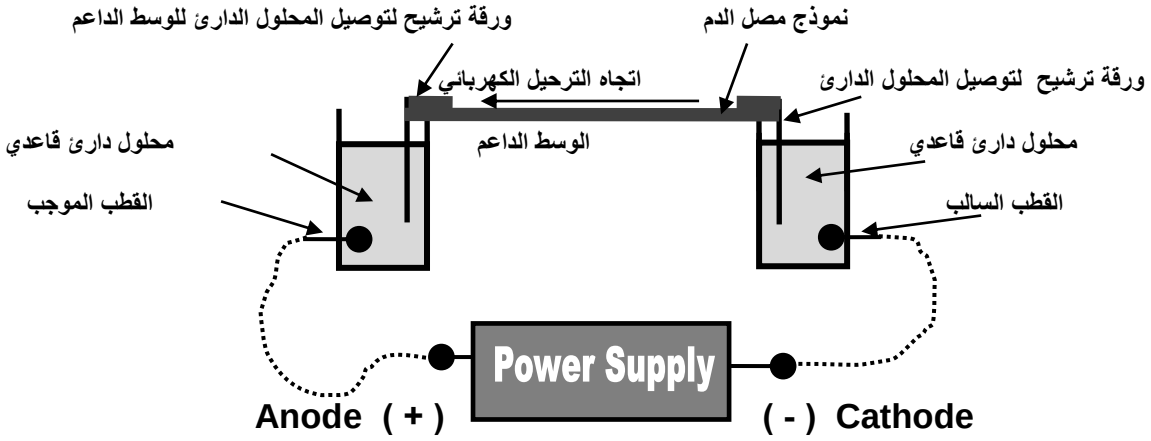
خطوات العمل Procedure :

١) توضع كميه مناسبه من المحلول الدارئ القاعدي في كلا حوضي جهاز الترحيل الكهربائي
٢) يوصل حوضي الجهاز بمجهز التيار الكهربائي المستمر (DC power supply) على ان يوصل احد الحوضين بالقطب الموجب والاخر بالقطب السالب
٣) يفصل مصل الدم من العينه المراد فحصها باستخدام جهاز الطرد المركزي
٤) يقاس مستوى البروتين الكلي لمصل الدم بالطريقه الاعتياديه لمعرفة مستواه
٥) يحضر وسط داعم مناسب وعادة ما تستخدم اوراق السيللوز اسيتيت ذات قياس ٥ × ١٢ سم
٦) يوضع (0.5 ul) من مصل الدم بالقرب من احدى جوانب الوسط الداعم



Cellulose acetate paper supporting media

٧) يوضع الوسط الداعم الحاوي على عينة مصل الدم بين حوضي جهاز الترحيل الكهربائي على ان تكون الحافه الحاويه على عينة مصل الدم باتجاه الحوض الموصل بالقطب السالب مع ملاحظه ملامسه طرفي الوسط الداعم بالمحلول الدارئ في كلا الحوضين ويتم ذالك باستخدام قطعتي ورق ترشيح يغمس كل منها في المحلول الدارئ بكل حوض ويلامس طرفها الاخر الوسط الداعم المحتوي على عينة مصل الدم



مجهز التيار الكهربائي

٨) يفتح مجهز التيار الكهربائي على ان يكون التيار الصادر منه كالتالي

a. 6.4 volt for each 1 cm length of the paper
b. 0.4 mA for each 1 cm width of the paper

٩) يترك الجهاز يعمل لمدة ٤٥ دقيقه في حالة استخدام اوراق السيللوز كوسط داعم اما في حالة استخدام اوراق الترشيح وتمان كوسط داعم فان زمن عملية الترحيل الكهربائي تكون ١٦ ساعه

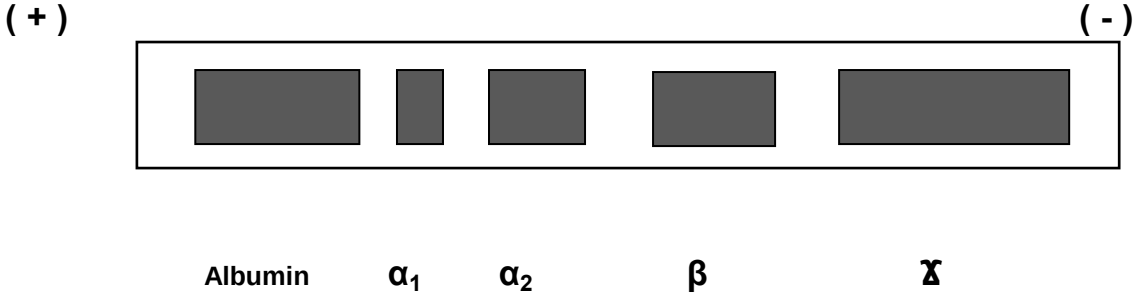
١٠) بعد انتهاء الزمن المحدد لانتهاء عملية الترحيل الكهربائي يوضع الوسط الداعم في المحلول المثبت (Fixative) لمدة عشر دقائق

١١) يوضع الوسط الداعم في محلول الصبغه لمدة ١٥ دقيقه

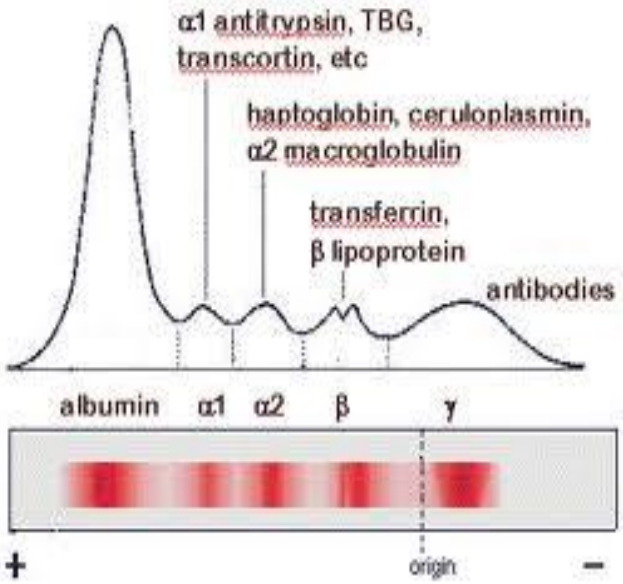
١٢) يغسل الوسط الداعم في محلول ٥% حامض الخليك عدة مرات ويترك في اخر مره داخل محلول الغسل لمدة عشر دقائق

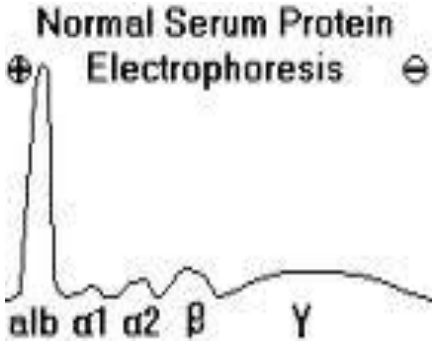
١٣) يترك الوسط الداعم حتى الجفاف في درجة حرارة الغرفه او في فرن حراري عند درجة ١١٠ درجه مئويه في حالة استخدام اوراق وتمان كوسط داعم

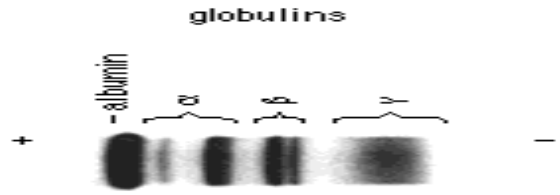
١٤) تكون النتائج النهائيه كما مبين بالشكل ادناه

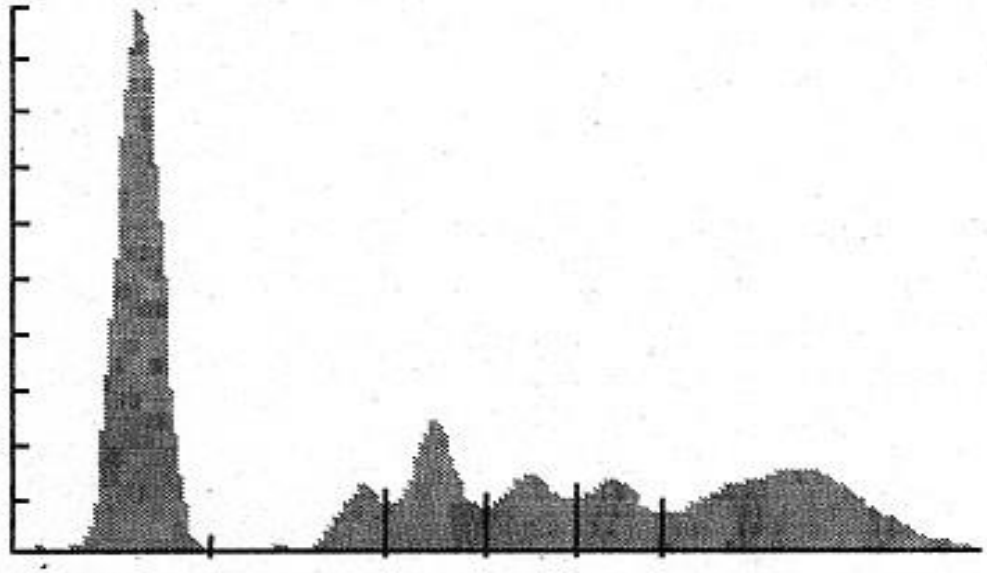


١٥) تقرأ النتائج باستخدام الماسح الضوئي (Scanner) حيث تكون النتائج على هيئة مخطط يتم حساب مستويات بروتينات الدم منه وبدلالة المستوى الكلى للبروتين في مصل الدم المقاس بالطريقه الروتينيه علما بان اجهزة الماسح الضوئي الحديثه تقوم بحساب مستويات بروتينات مصل الدم بصوره اوتوماتيكيه







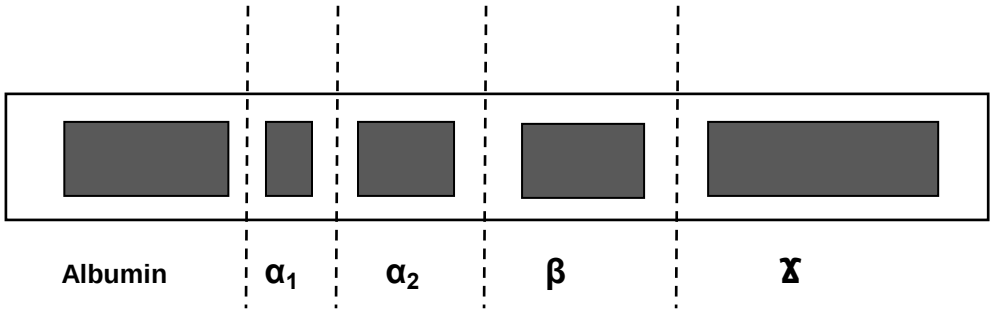


FRACTION	%	G/DL
ALBUMIN	44.0	3.4
ALPHA 1	5.5	0.4
ALPHA 2	11.8	0.9
BETA 1	8.3	0.6
BETA 2	7.6	0.6
GAMMA	22.8	1.8
TOTAL		7.8

١٦) في حالة عدم توفر جهاز ماسح ضوئي يتم حساب مستويات بروتينات الدم المختلفه في عينة مصل الدم حسب الطريقه التاليه :

أ) يفاس مستوى البروتين الكلي في مصل الدم للعينه المراد فحصها بطريقه البايوريت الروتينيه

ب) يقص الوسط الداعم المحتوي على اجزاء البروتينات المختلفه الى عدة اقسام يحتوي كل قسم نوع معين من البروتينات



ت) يذاب كل جزء في محلول (0.01 N NaOH)

ث) يذاب وسط داعم غير مستعمل في محلول (0.01 NaOH) لاستخدامه ك (Blank)

ج) تقاس امتصاصية كل محلول باستخدام جهاز السبكتروفوتوميتر ويسجل امتصاصية كل منها (A_T) وذلك عند الطول الموجي (450 nm)

ح) تقاس الامتصاصيه لمحلول الوسط الداعم الغير مستعمل (A_B) باستخدام جهاز السبكتروفوتوميتر وذلك عند الطول الموجي (450 nm)

خ) تحسب الامتصاصية الحفيفيه لكل جزء من البروتينات (A)

$$A = A_T - A_B$$

د) يجمع (A) لكل انواع البروتينات لينتج (Total Absorbencies) ويرمز له TA

$$TA = A_{albumin} + A_{\alpha 1} + A_{\alpha 2} + A_{\beta} + A_{\gamma}$$

ذ) تحسب نسبة كل جزء من البروتين على حده وحسب المعادله التاليه :

$$\% \text{ of each type} = A / TA$$

ر) يحسب مستوى كل نوع من بروتينات الدم بدلالة مستوي البروتين الكلي وحسب نسبة كل منها

Protein portion conc. = % of its type X total serum protein conc. in g / 100 ml serum

مثال توضيحي

Total serum protein = 8.0 g / 100 ml serum

A_B = 0.01

$A_{T\ (Albumin)}$ = 0.53

$A_{T\ (\alpha 1)}$ = 0.04

$A_{T\ (\alpha 2)}$ = 0.13

$A_{T\ (\beta)}$ = 0.14

$A_{T\ (\gamma)}$ = 0.21

احسب مستوي انواع البروتينات في مصل الدم تحت الاختبار

ملاحظه : يحل المثال بالمحاضره

الفصل السابع

المركبات النيتروجينيه غير البروتينيه

المركبات النيتروجينيه غير البروتينيه

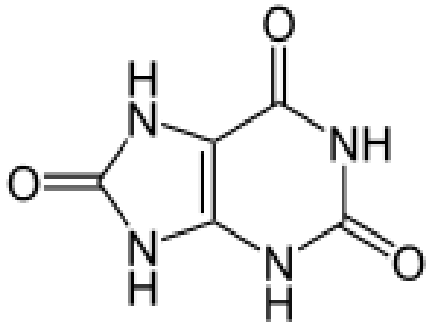
(Non – Protein nitrogenous compounds)

من المعروف ان معظم المركبات الحياتيه الحاويه على النيتروجين في تركيبها هي بروتينات غير انه توجد بعض المركبات الحياتيه الموجوده داخل جسم الانسان وتحتوي في تركيبها على النيتروجين ولكنها ليست بروتينات ويطلق على هذه المركبات بالمركبات النيتروجينيه غير البروتينيه ومن اهم هذه المركبات :

١) حامض اليوريك Uric acid
٢) اليوريا Urea
٣) الكرياتين Creatine
٤) الكرياتينين Creatinine
٥) الأمونيا Ammonia
٦) الاحماض الامينيه Amino acid

حامض اليوريك Uric Acid

وهو عباره عن مركب اخراجي نيتروجيني غير بروتيني يتكون داخل الجسم كناتج نهائي لعملية التمثيل الغذائي للبيورينات (Purines) سواء تلك الموجود في تركيب الحوامض النوويه (Nucleic acid) المكونه لجزيئات البروتينات النوويه (Nucleoproteins) او التي يحصل عليها الانسان عن طريق الغذاء



Keto – form structure of uric acid

التكوين الحياتي لحامض اليوريك Biosynthesis of Uric Acid :

يعتبر حامض اليوريك احد النواتج النهائيه لعملية ايض البيورينات في جسم الانسان (End-product of Purines metabolism) أي انه من الفضلات والتي عادة ما تكون صعبة الذوبان وليس لها اي اهميه للجسم ولذلك يتم طرح معظمها الى خارج الجسم عن طريق البول

ويتكون حامض اليوريك بالكبد ويكون تكونه من مصدرين اساسيين وهما :

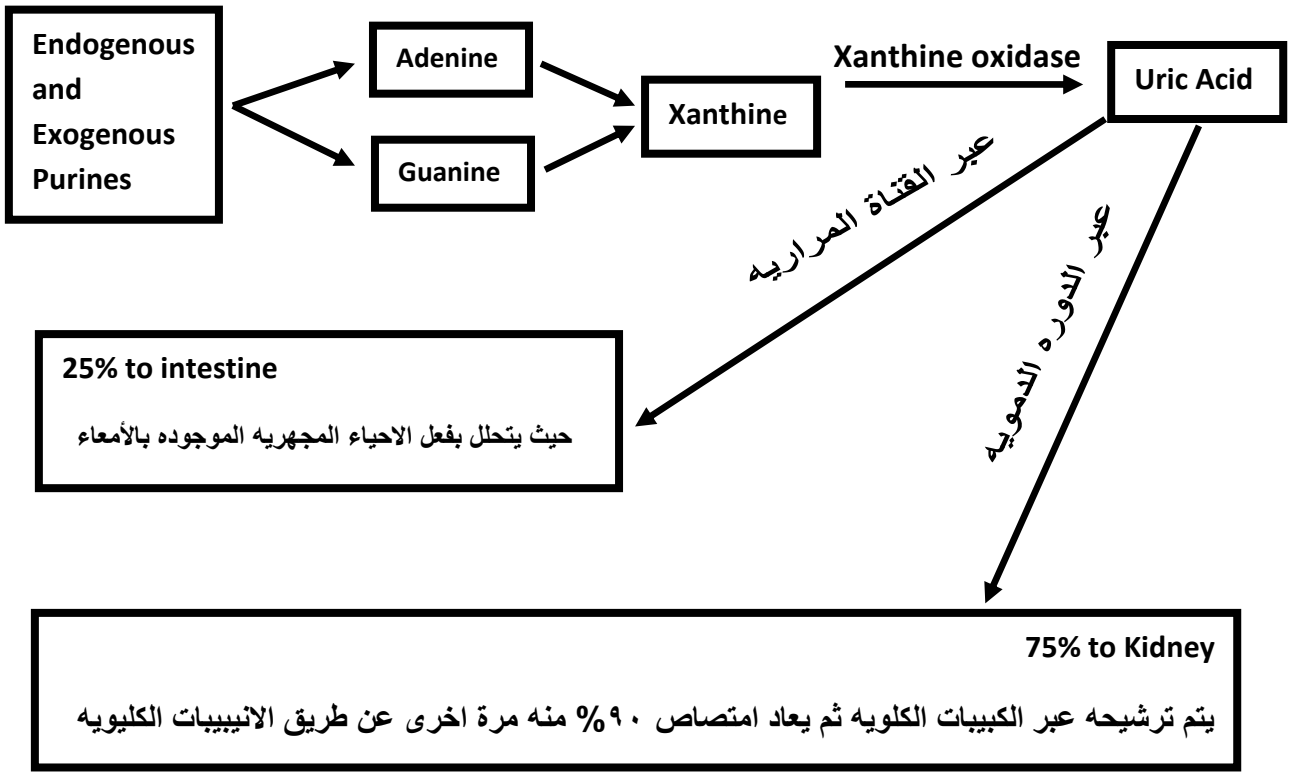
١) <u>عن طريق المنشأ الداخلي Endogenous pathway :</u>
حيث ينتج حامض اليوريك من البيورينات الموجوده في تركيب الحوامض النوويه المكونه لجزيئات البروتينات النوويه (Nucleic acids of nucleoproteins)

٢) <u>عن طريق المنشأ الخارجي Exogenous pathway :</u>
وينتج حامض اليوريك من البيورينات التي يتناولها الانسان عن طريق الغذاء خاصة اللحوم الحمراء المحتويه على البيورينات

وتكون عملية تكوين حامض اليوريك من البيوريناتسواء كانت ذات منشأ داخلي او خارجي كالتالي :

١) يتم هدم البيورينات حيث ينتج عن عمليه الهدم تكون الأدنين (Adenine) وكذلك الكوانين (Guanine)
٢) يكون الأدنين والكوانين المركب المسمى زانثين (Xanthine) وذلك في الكبد
٣) يتم اكسدة الزانثين بفعل الانزيم الكبدي زانثين اوكسيداز (Xanthine oxidase) مكونا حامض اليوريك
٤) ينقل ٧٥% من كمية حامض اليوريك المتكون الى الكليه عن طريق الدوره الدمويه حيث يتم ترشيحه عبر الكبيبات الكلويه ثم يعاد امتصاص ٩٠% منه مرة اخرى عن طريق الانيبيبات الكليويه (proximal tubules) ويعزى وجود حامض اليوريك في البول الى طرحه من قبل الخلايا الفعاله للأنيبيبات الكليويه
٥) أما ال ٢٥ % المتبقيه من كميه حامض اليوريك المتكون بالكبد فيتم نقلها الى الامعاء عبر قناه الصفراء (Bile duct) حيث يتم تحللها بالامعاء (Uricolysis) وذلك بفعل الاحياء المجهريه التي تعيش بالامعاء

ويمكن تلخيص عملية تكوين ومصير حامض اليوريك بجسم الانسان وفق المخطط التالي :



الاهميه السريريه لحامض اليوريك Clinical significance of Uric Acid :

القيم الطبيعيه لحامض اليوريك

Male (3.0 – 7.0 mg / 100 ml serum)

Female (2.5 – 6.5 mg / 100 ml serum)

من المعروف ان المواد الاخراجيه التي تتكون داخل الجسم لايحدث انخفاض في مستوياتها في مصل الدم عن الحد الادنى لمستوياتها الطبيعيه كما ان ذلك وان حدث لاتكون له اي اهميه سريريه تذكر فلذلك وعند تحدثنا عن الاهميه السريريه لحامض اليوريك سوف يكون فقط عن ارتفاع مستواه في مصل الدم عن الحد الاعلى لمستواه الطبيعي (Hyperuricaemia) حيث ان انخفاضه عن مستواه الطبيعي في مصل الدم ليس له اي اهميه سريريه ولذلك يمكن استخدام مصطلح Uricaemia للدلاله على ارتفاع مستوى حامض اليوريك عن مستواه الطبيعي في مصل الدم

وتكمن الاهميه السريريه لحامض اليوريك والتي من اجلها يتم قياس مستواه في مصل الدم في :

١) تشخيص المرض المسمى بداء النقرس (Gout) او ما يسمى بداء الملوك حيث يروى تاريخيا ان هذا المرض اصاب العديد من ملوك اوربا في بريطانيا وفرنسا . ويحدث هذا المرض نتيجة الزياده في تكون حامض اليوريك بالجسم مما يؤدي الى ترسبه في المفاصل وخاصة مفصل القدم والركبه

٢) يرتفع حامض اليوريك في الامراض السرطانيه والالتهابات العامه وداء الصدفيه Psoriasis

اليوريا (البولينا) Urea

الصيغه الكيمياويه

$$NH_2 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - NH_2$$

تعريف

مركب اخراجي نيتروجيني غير بروتيني ويعتبر احد النواتج النهائيه في عمليات ايض البروتينات

التكوين الحياتي لليوريا Biosynthesis :

تتكون اليوريا داخل جسم الانسان في خلايا الكبد من غاز الامونيوم الناتج عن احدى عمليات ايض الاحماض الامينيه المعروفه بازالة مجموعات الامين من الاحماض الامينيه (Deamination of amino acids) وقد تم اكتشاف اليوريا في بول الانسان لاول مره عام ١٧٧٣ م عن طريق العالم رويللي (Rouelle)

$$NH_2CH_2 - COOH \xrightarrow{\text{Deamination}} NH_3 \longrightarrow (NH_2)_2C=O$$

حامض اميني — امونيا — يوريا

ويعتبر تكون اليوريا هو الطريقه الرئيسه للتخلص من النيتروجين الفائض عن حاجة الجسم عن طريق طرحه بالبول حيث ان كل جزيئة يوريا تحتوي على نصفها تقريبا من النيتروجين (الوزن الجزيئي لليوريا = ٦٠ وتحتوي كل جزيئه على ذرتين من النيتروجين وزنهما الذري = ٢٨)

بعد تكون اليوريا فانها تتجه الى الجهاز الاخراجي عبر الدوره الدمويه حيث يتم ترشيحها عبر الكبيبات الكليويه (Glomeruli) و تسير عبر الانيبيبات الكليويه (Proximal tubules) حيث يحدث لها امتصاصا جزئيا ويتم طرح الباقي الى خارج الجسم مع البول

الأهميه السريريه لليوريا Clinical significance :

المستوى الطبيعي لليوريا في مصل الدم = (14 – 40 mg / 100 ml serum)

يعتبر قياس مستوى اليوريا في الدم من اهم واكثر الفحوصات المسحيه استخداما في الوقت الحاضر لغرض تقييم وظيفة الكليه ومعرفة الامراض المختلفه التي تصيب الكليه

وكما هو الحال في المركبات الاخراجيه لا يشكل انخفاض اليوريا بالدم عن الحد الادنى لمستواه الطبيعي اي اهميه سريريه ولكن ارتفاع مستواه عن الحد الاعلى لمستواه الطبيعي هو الذي يشكل اهميه سريريه كبيره وخاصة فيما يتعلق بوظيفة الكليه ويطلق على ارتفاع اليوريا عن مستواها الطبيعي بالدم بتبولن الدم (Hyperuremia) ويمكن ايضا استخدام المصطلح Uremia لنفس الدلاله

ومما تجدر الاشاره اليه بانه لا يمكن الاعتماد كليا على قياس مستوى اليوريا بالدم لتقييم وظيفة الكليه وذلك لكون اليوريا يحدث لها اعادة امتصاص جزئي عبر الانيبيبات الكليويه الصغيره بعد ترشحها عبر الكبيبات الكليويه ولذلك فان قياس مستوى المركب النيتروجيني غير البروتيني المسمى بالكرياتنين بالدم يشكل الجزء المتمم لتقييم وظيفة الكليه وكما سناتي على شرحه لاحقا في موضوع الكرياتنين

ويرتفع مستوى اليوريا في الدم عن الحد الاعلى لمستواه الطبيعي في عدد من امراض الكليه وبمستويات مختلفه اعتمادا على نوع وشدة المرض مثل :

١) التهاب الكليه الحاد Acute Nephritis

٢) التهاب الكليه المزمن Chronic Nephritis

٣) التهاب الكليه الكيسي Polycystic kidney

٤) تصلب الكليه Nephrosclerosis

٥) النخر الانبوبي الكليوي

٦) Tubular Necrosis

٧) التهاب الكبيبات الكليويه Glomerulonephritis

كما يرتفع مستوى اليوريا في الدم عن مستواه الطبيعي في امراض المجاري البوليه (Urinary Tract) مثل

١) انسداد المجرى البولي (Obstruction of Urinary Tract) والذي ينتج نتيجة تكون الحصوات الرمليه
٢) تضخم غدة البروستات عند الرجال (Prostate gland)
٣) نتيجة الاورام التي قد تصيب الحالب او المثانه

وهناك بعض الحالات المرضيه التي قد يصاحبها ارتفاع في مستوى اليوريا بالدم عن الحد الاعلى لقيمته الطبيعيه وليست لها اي علاقه بامراض الكليه او الجهاز الاخراجي ومن هذه الحالات :

١) حالة استنفاذ الماء Water Depletion

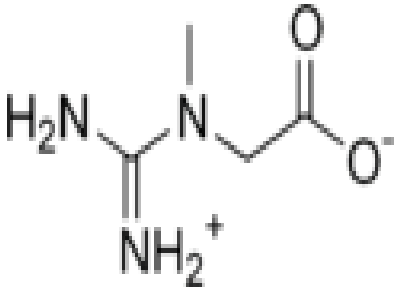
٢) مرض اللامعاوضه القلبي Cardiac Decompensation

الكرياتين Creatine

مركب نيتروجيني غير بروتيني يوجد في جسم الانسان ويعرف بدوره الكبير في المساعده على امداد كل خلايا الجسم بالطاقه وبصوره اساسيه العضلات حيث يعمل على زيادة تكوين

(ATP) Adenosine tri phosphate

وقد تم اكتشافه في عام ١٨٣٢ بواسطة العالم Michel Eugene كاحد مكونات العضلات الهيكليه (Skeletal Muscles) والذي قام فيما بعد باطلاق الكلمه اللاتينيه كيراتين عليه والتي تعني اللحم Meat



الصيغه الكيميائيه

الوزن الجزيئي = 131.13

الصيغه الجزيئيه ($C_4H_9N_3O_2$)

التكوين الحياتي للكرياتين Biosynthesis of Creatine :

يتكون الكيراتين في جسم الانسان بصوره طبيعيه في الكبد والكليه والبنكرياس من ثلاثة احماض امينيه

١) أرجنين Arginine
٢) كليسين Glycine
٣) مثيونين Methionine

وتتم عملية تكون الكرياتين من هذه الاحماض الامينيه تحت تاثير انزيمين يفرزان من الميتوكوندريا (Mitochondria) لخلايا الكبد والبنكرياس والكليه وهما :

1) **Arginine-Glycine Amidinotransferase (AGAT)**
2) **Guanedionacetate N- Methyltransferase (GAMT)**

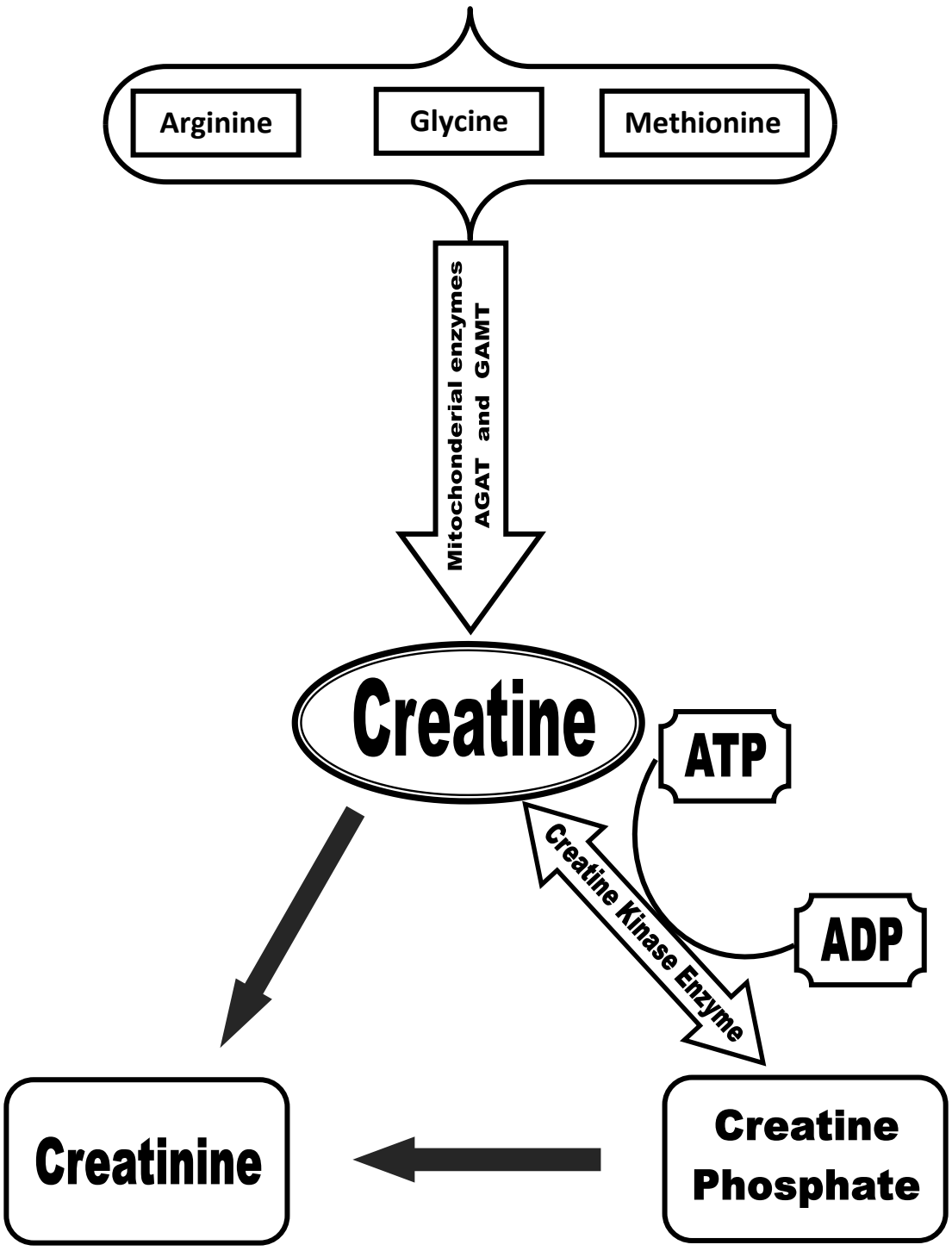
وبعد تكون الكرياتين ينقل عن طريق الدوره الدمويه الى خلايا الجسم المختلفه وبصوره خاصه الى انسجة الجسم ذات الاستهلاك العالي للطاقه مثل خلايا الدماغ والخلايا العضليه الهيكليه حيث يوجد ٩٥ % من كمية الكرياتين الموجوده بجسم الانسان بالعضلات الهيكليه .

وفي الانسجه التي يصل اليها الكرياتين يقوم بالاتحاد مع جزيئات الطاقه المعروفه بالادينوزين ثلاثي الفوسفات (Adenosine tri phosphate) (ATP) متحولا الى فوسفات الكرياتين (Creatine phosphate) والذي يعتبر مستودع للطاقه وذلك تحت تأثير انزيم يسمى (Creatine Kinase) وتسمى هذه العمليه بفسفرة الكرياتين (Creatine phosphorylation)

عند حاجة النسيج للطاقه تقوم مستودعات الطاقه (فوسفات الكرياتين) بالتحول مرة اخرى الى الكرياتين مطلقه للطاقه التي قام بالاتحاد بها من قبل .

يتحول الكرياتين مستودعات الطاقه (فوسفات الكرياتين) الزائده عن حاجة الجسم الى الكرياتينين الذي يطرح للخارج عن طريق الادرار كاحد المواد الاخراجيه والتي سنأتي لاحقا على دراستها

مخطط يوضح التكوين الحياتي ومصير الكرياتين



يعتبر الماده الاخراجيه الناتجه من الكرياتين
حيث يطرح بالكامل الى خارج الجسم
مع البول

يعمل كمستودع مؤقت للطاقه
حيث يقوم باطلاقها عند الحاجه
متحولا الى الكرياتين

ATP ……. (Adenosine triphosphate)

ADP …… (Adenosine diphosphate)

يكون الكرياتين وفوسفات الكرياتين ٤٠٠ ملغم لكل ١٠٠ غم من العضلات المتكونه حديثا (Fresh muscles) ويتحول ٢% من المركبين تلقائيا الى الكرياتنين في اليوم

الآهميه السريريه للكرياتين Clinical Significance :

المستوى الطبيعي للكرياتين في مصل الدم = (0.5 – 0.9 mg / 100 ml serum)

تتركز الاهميه السريريه للكرياتين في الامراض العضليه (Muscular diseases) حيث ترتفع مستوياته عن الحد الاعلى لقيمته الطبيعيه في الحالات التاليه :

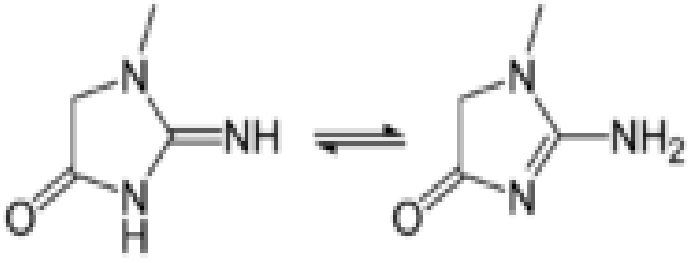
١) حدوث تلف شديد في العضلات (Muscular Destruction)

٢) مرض الاضمحلال العضلي (Muscular Dystrophy) حيث في هذه الحاله يحدث ارتفاع في مستوى الكرياتين بالدم اضافة الى طرح كميات منه بالبول حيث اثبتت الدراسات طرح ١٤٠٠ ملغم من الكرياتين بالبول خلال ٢٤ ساعه في حين ان النسبه الطبيعيه هي طرح حوالي ٢٠٠ ملغم خلال ٢٤ ساعه

اثبتت الدراسات الحديثه عدم وجود اي علاقه لارتفاع او انخفاض الكرياتين عن مستوياته الطبيعيه في الدم بامراض الكلى ولذلك لاتوجد اي اهميه سريريه له في هذا المجال

الكرياتينين Creatinine

مركب اخراجي نيتروجيني غير بروتيني ينتج من الكرياتين وفوسفات الكرياتين في العضلات ويطرح بالكامل الى خارج الجسم



الصيغه الكيمياويه

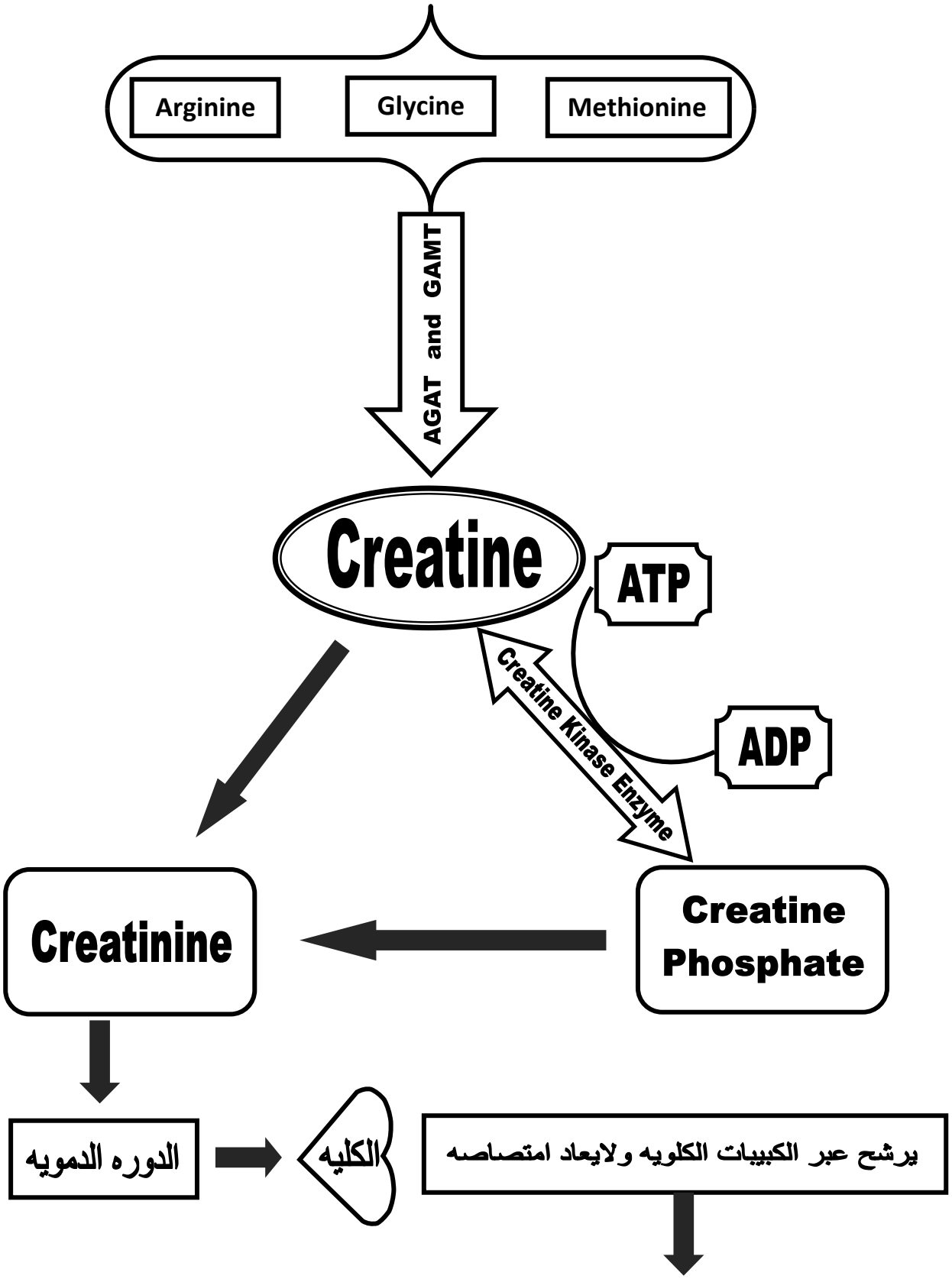
الوزن الجزيئي (113.12)

الصيغه الجزيئيه ($C_4H_7N_3O$)

التكوين الحياتي للكرياتنين Biosynthesis of Creatinine

يتكون الكرياتنين من الكرياتين وفوسفات الكرياتين كما سبق واشرنا الى ذلك وينتقل الكرياتنين بعد تكونه الى الدوره الدمويه حيث يصل الى الكليه ويتم ترشحه بالكامل عبر الكبيبات الكلويه (Glomeruli) ويطرح بالكامل الى خارج الجسم دون حدوث اي اعادة امتصاص له حيث يعتبر الكرياتنين المركب الاخراجي الوحيد الذي يتم طرح الكميات المتكونه منه الى خارج الجسم بالكامل وينتج الكرياتنين بالجسم بصوره معتدله كما انه يعتبر من اقل المركبات النيتروجينيه تغيرا بالدم فقيمته ثابته تقريبا للشخص الواحد

مخطط يوضح التكوين الحياتي ومصير الكرياتينين



الأهميه السريريه للكرياتنين Clinical Significance of Creatinine :

المستوى الطبيعي للكرياتنين في مصل الدم (0.1 – 1.4 mg / 100 ml serum)

ينتقل الكرياتنين بعد تكونه الى الدوره الدمويه حيث يصل الى الكليه ويتم ترشحه بالكامل عبر الكبيبات الكلويه (Glomeruli) ويطرح بالكامل الى خارج الجسم دون حدوث اي اعادة امتصاص له حيث يعتبر الكرياتنين المركب الاخراجي الوحيد الذي يتم طرح الكميات المتكونه من الى خارج الجسم بالكامل ولهذا السبب نجد ان الكرياتنين له اهميه سريريه كبيره في تشخيص امراض الجهاز الاخراجي البولي مثل :

١) التهاب الكليه Nephritis
٢) انسداد المجاري البوليه (Urinary Tract obstruction) بسبب حصوه او ورم خبيث او غير خبيث او التهاب البروستات والمثانه

ويجب ان نلاحظ انه في حالة ارتفاع الكرياتنين بالدم عن الحد الاعلى لمستواه الطبيعي بمصل الدم فان الانيبيبات الكليويه تساهم مع الكليه في طرح الكرياتنين الى خارج الجسم فلذلك نجد ان مستوى الكرياتنين بالدم قد لاترتفع بصوره عامه في الامراض الكليويه الا اذا كان هناك تلفا كبيرا في الكليه يمنعها من القيام بالترشيح وطرح الفضلات بصوره طبيعيه

لهذا السبب فان مستويات الكرياتنين في كل من مصل الدم والبول يجب ان تقاس لدقة تشخيص الامراض الكليويه ويطلق على هذا الفحص بفحص تصفية الكرياتنين (Creatinine Clearance Test) الذي يعتبر واحدا من اكثر الفحوصات حساسية ودقه لقياس معدل الترشيح الكليوي (Glomerular Filtration Rate) والذي عادة ما يرمز له (GFR)

فحص تصفية الكرياتنين Creatinine Clearance Test

ويجرى هذا الفحص لمعرفة مدى كفائة الجهاز الاخراجي والتشخيص الدقيق للامراض التي قد تصيبه ويجرى الفحص وفق الخطوات التاليه :

١) يتم تجميع بول المريض على مدى ٢٤ ساعه كامله وبدقه ويحسب حجمه (V ml / 24 h)

٢) يسحب نموذج دم من المريض في اي وقت خلال الفتره التي يتم تجميع البول بها

٣) يقاس مستوى الكرياتنين في مصل الدم (B mg/100 ml)

٤) يقاس مستوى الكرياتينين في البول (U mg/100 ml)

٥) يحسب معدل تصفية الكرياتنين حسب المعادله التاليه :

$$Creatinine\ Clearance = \frac{UV}{B \quad X \quad 1440} \quad ml / minute$$

حيث أن

- **كمية الدم التي تصل الى الكليه في الدقيقه في الحاله الطبيعيه (1/1440)**
- **U = Urine Creatinine**
- **B = Serum Creatinine**
- **V = 24 h urine volume**

Normal value

Men = (97 – 137 ml / min)

Women = (88 – 128 ml / min)

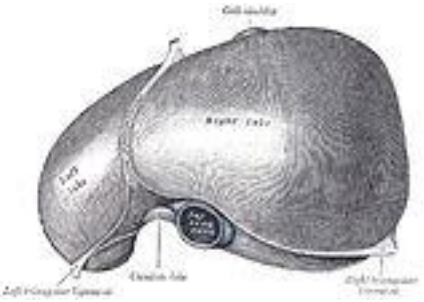
الفصل الثامن

اختبارات وظائف الكبد

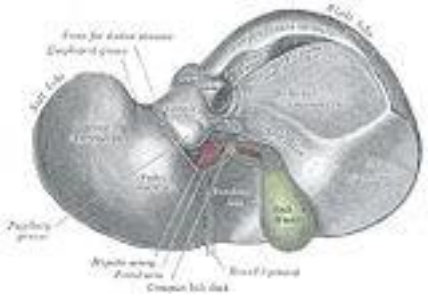
الكبد واختبارات وظائف الكبد Liver and Liver Function Tests

الكبد

الكبد أكبر عضو غدي في الجسم وهو من ملحقات الجهاز الهضمى يزن حوالي كيلو غرام ونصف، ولونه بني أحمر ومقسم لأربعة فصوص غير متساوية الحجم ويقع في الجانب الأيمن من التجويف البطني تحت الحجاب الحاجز وينقل إليه الدم عبر الشريان الكبدي الذي يحمل الدم والأكسجين من الأبهر والوريد البابي ينقل إليه الدم حاملا الغذاء المهضوم من الأمعاء الدقيقه ويتكون كبد الانسان من تركيب معقد من الخلايا البارانكيميه (Paranchymal cells) ذات الوظائف المتعدده والضروريه للحياة ونظراً لأن الكبد يقوم بعمليات حيوية كثيرة فان الإنسان قد يموت في خلال ٢٤ ساعة من توقف عمل الكبد.



منظر للكبد من الأعلى



منظر للكبد من الأسفل

وللتعرف علي وظائف الكبد وما يقوم به نجده يقوم بحوالي ٥٠٠ عمليه وظيفيه علي الدم ومكوناته لهذا نجده ينظم كل عمليات وظائف الجسم من خلال ملايين القرارات التي يعطيها لكل أجهزته علاوة علي العمليات الكيماوية التي يقوم بها حيث يقوم باستقبال الطعام الممتص من الجهاز الهضمي وتصنيعه بعد استقباله من الجهاز الهضمي كما يقوم بتنظيم كمية السكر بالدم وما يزيد عن الحاجة يخزنه كنشا حيواني (كليكوجين) ليحوله لسكرالكلوكوز عند الحاجة وعندما يتليف أو يلتهب الكبد يفقد الانسان شهيته للطعام ويقوم الكبد بصنع العصارة المرارية ويفرزها في الأمعاء لهضم الدهون والكبد في حالة الصيام يقوم بتحويل البروتينات والدهون والكربوهيدرات المخزنه إلي سكر أو دهون أو بروتينات وحسب حاجة الجسم فلاشك أن الجسم يعتمد علي خلايا الكبد للقيام بالعديد من الوظائف الحيوية حيث يقوم بتنظيم وتخليق وإفراز مواد هامة كثيرة مثل الكولسترول وبروتينات مصل الدم (ماعدا الأجسام المضادة) والكبد له أهميته في تخزين الكثير من المواد الغذائيه كالفيتامينات والأملاح المعدنية كما يقوم بتخليص الجسم من السموم ونفاياتها ويحافظ علي مستوي الكثير من المركبات بالدم مثل الكلوكوز والكولسترول و بروتينات مصل الدم كالآلبومين فأمراضه تقلل من كفاءته للقيام بهذه المهام الحيوية للجسم وعندما تصاب وظائف الكبد بخلل قد يقل مستوى الآليومين في مصل الدم مما يظهر احتجاز الماء بالأنسجة وتورمها (Odema) وينتج الكبد معظم بروتينات تخثر الدم فلو قلت يتعرض المريض للنزيف الدموي وتنتج خلايا الكبد السائل المراري الأخضر وتفرزه في القنوات المرارية ويخزن في الحويصلة المرارية ليفرز في الأثنى عشر ويحتوي السائل المراري علي الكولسترول والدهون الفوسفورية والبيلوروبين الناتج عن تكسير هيموكلوبين كريات الدم الحمراء وأملاح الصفراء التي تذيب الدهون أثناء الهضم بالأمعاء وتساعد علي امتصاصها ويصنع الكبد البروتينات الشحمية المصنوعة من الكولسترول وثلاثيّ الكليسريد والشحميات الفسفورية والبروتينات.

والكبد يخزن سكر الكلوكوز في شكل نشاء حيواني والفيتامينات التي تذوب في الدهون (فيتامينات K,E,D,A) والفولات وفيتامين ب١٢ والمعادن كالنحاس والحديد والكبد يخلص الدم من الأمونيا والسموم ويحولهما لمواد غير ضارة فيحول الأمونيا ليوريا تطرح من خلال الكلي مع البول وفي حالة مرض الكبد الشديد تتراكم الأمونيا بالدم والكبد يلعب دورا كبيرا في توازن الهورمون الذكري تستوستيرون والأنثوي إستروجين وفي حالة تليف الكبد المزمن نجد أن ثمة خللا يظهر علي المريض ولا سيما مدمن الخمر فتظهر عليه أعراض الأنوثة والأمراض الثلاثة الشائعة التي تصيب الكبد هي السرطان وتليف الكبد والالتهاب الكبدي والالتهاب الكبدي قد يكون سببه

بعض الأدوية وتناول الخمور لمدة طويلة أو التعرض للكيماويات أو الأدوية بكثرة وكل الالتهابات الكبدية تتلف خلايا الكبد بصفة دائمة وتجعله متورما ومشدودا من الالتهاب .

ويمكن تلخيص وظائف الكبد الرئيسه في ما يأتي :

١) استقبال واجراء العمليات الحيويه وخزن المواد الغذائيه الممتصه عبر القناة الهضميه مثل الاحماض الامينيه والمواد الكربوهيدراتيه والاحماض الدهنيه والكليستيرول والفيتامينات .
٢) اطلاق المواد الناتجه عن عمليات ايض هذه المواد (Metabolites)
٣) تصنيع بروتينات الدم والتي تشمل الالبومين (Albumin) والفا وبيتا كلوبيولين (α & β Globulin) اضافة الى عوامل التخثر (Clotting factors) والبروتينات الناقله (Transport proteins)
٤) يعتبر الكبد العضو الرئيس بالجسم للتخلص من السموم (Detoxication)
٥) موضع التحولات الايضيه للمركبات ذات المنشأ الداخلي (Endogenous) او الخارجي (Exogenous)
٦) تصنيع عصارة الصفراء وطرحها عبر قناة الصفراء الى القناة الهضميه والتي تساعد في عملية استحلاب المواد الدهنيه القادمه عن طريق الغذاء لتسهيل عملية هضمها وامتصاصها
٧) يشارك الكبد في عملية تنظيم مستويات هرمونات بلازما الدم (Regulation of plasma hormones) حيث انه الموضع الرئيس لعملية هدم الهرمونات (catabolism of hormones)
٨) يستجيب الكبد للعديد من المؤثرات الهرمونيه والعصبيه لتنظيم مستوى سكر الكلوكوز بالدم
٩) يساهم الكبد في الجهاز المناعي للجسم

العلامات السريريه لامراض الكبد Clinical Signs of Liver diseases :

١) اليرقان (Jaundice) :

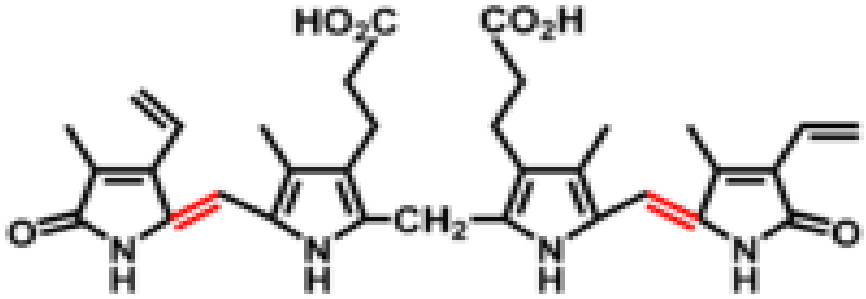
اليرقان هو اصطباغ بلازما الدم والجلد وبياض العين والأغشيه المخاطيه باللون الاصفر نتيجة لتراكم مادة البليروبين (Billirubin) والتي سنقوم بدراستها تفصيليا لاحقا .
ويعتبر اليرقان العلامه السريريه التقليديه المميزه لامراض الكبد ويظهر اليرقان على المريض عادة عندما يصل مستوى تركيز البليروبين في مصل الدم اكثر من ٢ ملغم / ١٠٠ مل من مصل الدم

٢) ارتفاع ضغط الدم البابي Portal Hypertension :

يدخل الدم الى الكبد عبر الوريد البابي شبيها بالتدفق عبر الجزء البطني والذي يشمل القناة الهضميه والبنكرياس والطحال والكبد . عادة مايكون الضغط الدموي في الوريد البابي اعلى قليلا في الحالات الطبيعيه عن مثيله في الاورده الدمويه التابعه للدوره الدمويه الرئيسه وذلك للتغلب على الضغط الدموي المضاد القادم من الحويصلات الكبديه (liver sinusoidal system) .
وفي حالات الامراض الكبديه يلاحظ ارتفاع في ضغط الدم في الدوره البابيه عن الطبيعي وبدرجات متفاوته مسببا ما يسمى بارتفاع ضغط الدم البابي (Portal hypertension) والذي يعتبر العلامه السريريه الثانيه والمميزه لامراض الكبد.

البليروبين Bilirubin

وهو ماده صفراء تنتج من الهيم (Heme) الناتج عن عملية هدم الهيموكلوبين بصوره رئيسيه والتي تحدث في الحالات الطبيعيه كنتيجه لانتهاء العمر الافتراضي لكريات الدم الحمراء ويوجد في مصل الدم بكميه ضئيله ويعزى اليها لون مصل الدم ويعتبر احد المكونات الرئيسه في الماده الصفراء (Bile) المخزونه بكيس الصفراء Gall Bladder . ولكون البليروبين هو ناتج نهائي لعملية هدم الهيموكلوبين لذلك يعتبر من المواد الاخراجيه حيث يتم طرحه الى خارج الجسم ولكن ليس عن طريق الجهاز الاخراجي (الكليه) حيث يقوم الكبد بهذه العمليه وكما سيتم توضيحه فيما بعد



Molecular formula ($C_{33}H_{38}N_4O_8$) **Molecular weight = 584.66**

Normal values (Adult) :

Total serum Bilirubin = 0.0 – 1.0 mg / 100 ml serum

Conjugated Bilirubin (Direct Bilirubin) = 0.0 – 0.2 mg / 100 ml seru

Unconjugated Bilirubin (Indirect Bilirubin) = 0.2 – 0.8 mg / 100 ml serum

التكوين الحياتي ومصير البليروبين Biosynthesis of Bilirubin :

١) ينتج البليروبين يوميا في جسم الانسان من مادة الهيم (Heme) وبكميه تتراوح مابين ٢٥٠ ملغم الى ٣٠٠ ملغم . حوالي ٨٥% من هذه الكميه تنتج من الهيم الناتج من عملية هدم الهيموكلوبين الناتج عن تحطم كريات الدم الحمراء بعد انتهاء عمرها الافتراضي والبالغ ١٢٠ يوم تقريبا حيث تصبح اغشيتها هشه وسهلة التمزق فعند مرورها خلال خلايا الجهاز البطاني الشبكي (Reticuloendothelial cells) الموجوده في كل من الكبد (Liver) والطحال (spleen) والنخاع العظمي (Bone marrow) تتمزق اغشيتها الهشه وتنطلق محتوياتها ومنها الهيموكلوبين الذي ينشطر الى قسميه الهيم والكلوبين

٢) بينما الكميه المتبقيه والبالغه ١٥% من البليروبين فانها تنتج من الهيم الناتج من المواد الاساسيه الفائضه والتي تدخل في تكوين كريات الدم الحمراء (red cell precursors) وذلك في النخاع العظمي اضافة الى الهيم المتكون من عمليه ايض المركبات البروتينيه الحاويه على الهيم مثل الميوكلوبين (Myoglobin) والسيتوكروم (Cytochrome) وانزيمات البيروكسيداز (Peroxidases)

٣) فبعد تحطم الهيموكلوبين يتحرر الهيم الذي يتم اكسدته الى ماده تسمي البيلفيريدين (Bilveridine) وذلك بفعل انزيم خاص يسمى Microsomal heme oxygenase وذلك في خلايا الجهاز الشبكي البطاني كما ان الهيم المتكون من المواد الاخرى غير الهيموكلوبين كما اشرنا اليه من قبل يحدث له نفس الشئ وذلك في النخاع العظمي

٤) يختزل البيلفيريدين الى البليروبين وتحت تاثير انزيم يسمى (Bilveridine reductase)

٥) بعد تكون البليروبين في الاماكن التي ينتج بها يدخل الى الدوره الدمويه والذي يسمى بالبليروبين غير المقترن (Unconjugated Bilirubin) والذي عادة مايسمي بالبليروبين غير المباشر(Indirect Bilirubin) ونظرا لكونه ماده اخراجيه لها تاثير سمي كما انها لاتذوب في الماء يتم ارتباطه بالالبومين لينقله عبر الدوره الدمويه الى الكبد والذي تقوم خلايا الكبد (Hepatocytes) بفك ارتباطه من الالبومين واخذه الى داخلها بسرعه

٦) في داخل الخلايا الكبديه يتم اقران (Conjugation) البليروبين مع حامض اليوريدين داي فوسفوكلوكيورونيك (Uridine diphosphoglucuronic acid) والذي يرمز له بالرمز (UDPG) وذلك تحت تاثير انزيم خاص يسمى uridine diphosphoglucuronyl (transferase) متحولا الى (Bilirubin mono & diphosphoglucuronide) والذي يسمى بالبليروبين المقترن (Conjugated Bilirubin) وهذا النوع من البليروبين يذوب في الماء ويسمى عادة بالبيليروبين المباشر (Direct Bilirubin)

٧) يطرح البليروبين المقترن المتكون الى كيس الصفراء (Gall bladder) ليكون احد مكونات مادة الصفراء

٨) ينقل البليروبين المقترن مع مادة الصفراء الى الاثني عشر عبر قناة الصفراء (Bile duct) حيث يساهم مع باقي مكونات مادة الصفراء في المساعده على عملية هضم المواد الدهنيه

٩) ينتقل البليروبين المقترن الى الامعاء حيث يتحول الى اليوروبيلينوجين (Urobilinogen) وذلك تحت تاثير البكتيريا المعويه (Intestinal bacteria)

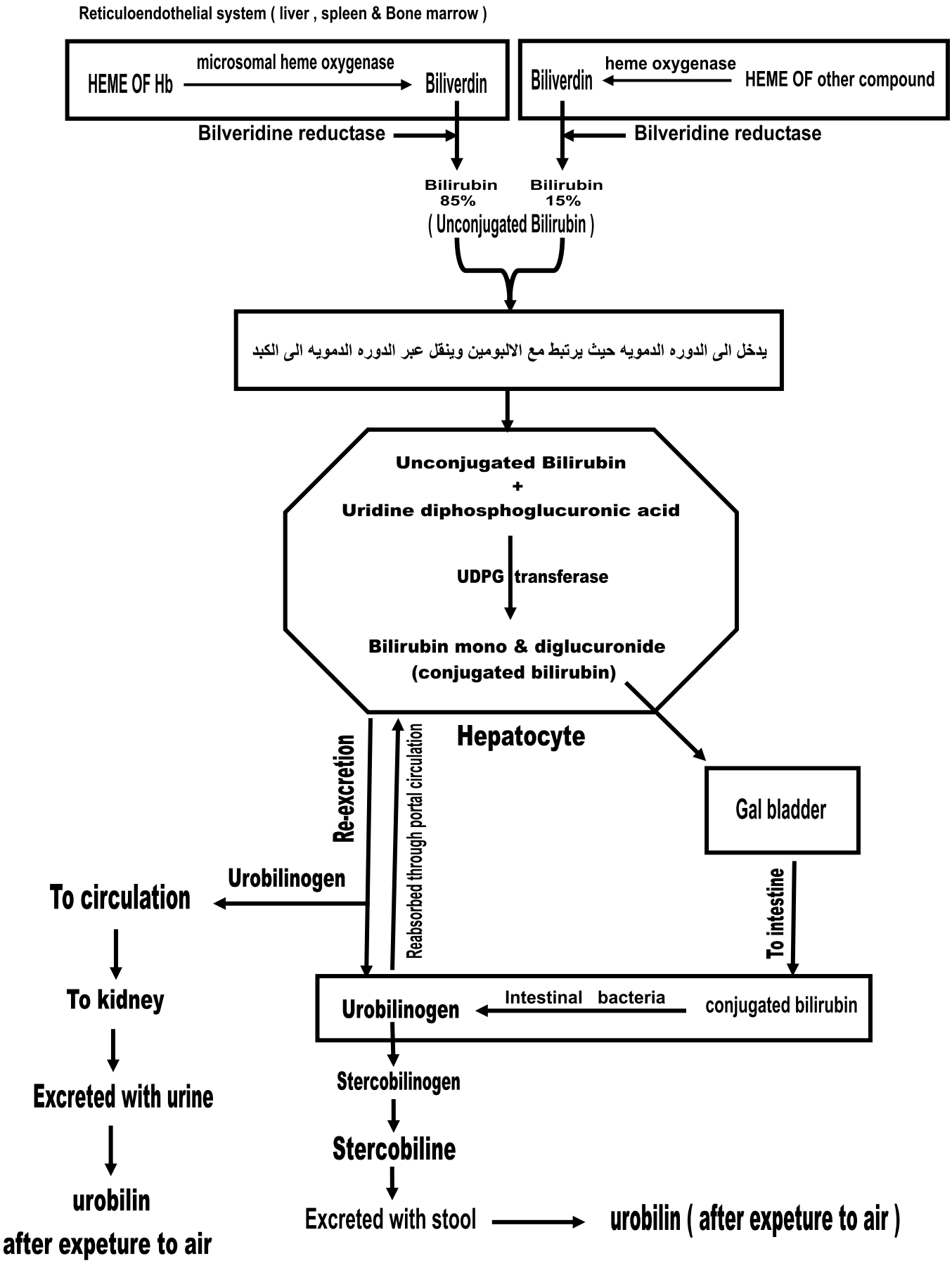
١٠) يعاد امتصاص جزء قليل من اليوروبيلونجين الى الكبد عبر الدوره الدمويه البابيه (Portal circulation) بينما الجزء الاكبر منه يتحول الى ستيركوبيلينوجين (Stercobilinogen) الذي يتأكسد إلى ستيركوبيلين (Stercobiline) الذي يطرح مع البراز الى خارج الجسم ويعزي لون البراز الى وجود مادة الستيركوبيلين به

١١) يعاد طرح اليوروبيلينوجين المعاد امتصاصه للكبد الى الجهاز الهضمي وينتقل جزء منه عبر الدوره الدمويه الرئيسيه الى الكليه حيث يتم ترشحه ومن ثم طرحه مع البول والذي يتأكسد الى مادة اليوروبيلين عند تعرضه للهواء ويعزى ايضا لون البول الطبيعي الى وجود مادة اليوروبيلينوجين

ملاحظه

تاتي تسمية البليروبين المقترن (Conjugated Bilirubin) بالبليروبين المباشر (Direct Bilirubin) وكذلك البليروبين غير المقترن (Unconjugated Bilirubin) بالبليروبين غير المباشر (Indirect Bilirubin) من طريقة تفاعله في اختبار فان دن بيرج (Van den Berge reaction) وهي الطريقه الوحيده الموجوده لتقدير البليروبين مختبريا والتي يطلق عليها طريقة الديازو (Diazo method) حيث نجد ان البليروبين المقترن يتفاعل مباشرة مع محلول الديازو (ويسمى ايضا بمحلول فان دن بيرج) لكونه يذوب بالماء بينما البليروبين الغير مقترن لايتفاعل بصوره مباشره مع محلول الديازو لكونه لايذوب بالماء وفي نفس الوقت يوجد مرتبطا مع الالبومين ولذلك فانه بحاجه الى اضافة ماده اخرى تعمل على فك ارتباطه من الالبومين وتساعده على الذوبان في الماء مثل الكحول المثيلي (Methyl Alcohol) حتى يتم تفاعله مع محلول الديازو اي ان تفاعله ياتي بصوره غير مباشره ومن هنا اتت تسميته بالبليروبين غير المباشر

مخطط يوضح عملية التكوين الحياتي ومصير البليروبين



اليرقان Jaundice

وهي كلمه تعني في اللغه (اصفر) وتستخدم في مجال الطب للتعبير عن حالة اصطباغ بلازما الدم والجلد وبياض العين والأغشيه المخاطيه باللون الاصفر نتيجة لتراكم مادة البليروبين (Billirubin) وارتفاع مستواه في مصل الدم عن ١,٥ ملغم / ١٠٠ مل من مصل الدم والذي يعادل ثلاثة اضعاف المستوى الطبيعي تقريبا ويعتبر اليرقان عرض (Symptom) وليس مرض (Disease) ويسببه اختلال في احد مراحل عملية ايض واطراح البليروبين . ويطلق ايضا على اليرقان مصطلح (Icterus)

وتكون مكونات العين اول نسيج يظهر عليه هذا الاصطباغ مثل بياض العين (Sclera) وقرنية العين (Cornea) وملتحمة العين (Conjunctiva)

ويعتبر اليرقان من اهم السمات السريريه المميزه والداله على امراض الكبد المختلفه فعندما تتعارض العملية المرضية أو الخلل مع الأداء الطبيعي للأيض وافراز البيلوروبين فأن اليرقان قد يكون النتيجة وقد تم تصنيفه الي ثلاث فئات، اعتمادا علي أي جزء من الوظائف الطبيعية سيؤثر عليه الخلل . هذه الفئات الثلاث هي :

* قبل كبدي (Pre – Hepatic) : الخلل الذي يحدث قبل الكبد

* كبدي (Hepatic) : الخلل داخل الكبد

* بعد كبدي (Post – Hepatic) : الخلل يحدث بعد اقتران البيلوروبين في الكبد

كما تنقسم أسباب اليرقان عادة إلى ثلاث اقسام : ١- أسباب قبل كبدية ٢- أسباب كبدية ٣- أسباب ما بعد كبدية

١) **<u>اليرقان القبل كبدي Pre – hepatic jaundice</u>**

ويكون هذا النوع من اليرقان بسبب خلل يحدث قبل وصول البليروبين الى الكبد اي ان الارتفاع في مستوى البليروبين في مصل الدم يكون بصوره رئيسيه ناتجا عن الارتفاع في البليروبين غير المقترن ويحدث ذلك اما نتيجة للزياده في معدل تكسر كريات الدم الحمراء او بسبب حدوث فشل في دخول البليروبين غير المقترن الى خلايا الكبد ولذلك يقسم هذا النوع من اليرقان الى قسمين وهما :

- **<u>) اليرقان القبل كبدي الدموي Hemolytic pre – hepatic Jaundice</u>**

ويحدث هذا النوع من اليرقان نتيجة التكسر المفرط لكريات الدم الحمراء (Hemolysis) سواء داخل الاوعيه الدمويه او خارجها كما في الكثير من حالات فقر الدم الوراثيع مثل حالة انيميا تكسر الدم (Hemolytic anemia) و انيميا الباقلاء (G-6-P D deficiency) وفقر الدم المنجلي (Sickle cell anemia) وكذلك عند الاصابه بمرض الملاريا (Malaria) وفي حالات امراض الكلى المزمنه والتي تؤدي الى ارتفاع كبير في مستوى اليوريا في الدم (Hyperuremia) حيث ان ذلك يؤدي الى ارتفاع كبير في معدلات تكسر كريات الدم الحمراء ومن ثم في تكون البليروبين غير المقترن وبكميه تفوق قدرة الكبد على القيام باجراء عملية اقران لها للتخلص منها مما يؤدي الى ارتفاع مستوى البليروبين في مصل الدم عن مستواه الطبيعي (Hyperbilirubinaemia) ومما تجدر الاشاره له بان الكبد السليم تكون لديه القدره على التخلص من البليروبين الغير مقترن من الدم والمحافظه على وجوده في مصل الدم عند مستواه الطبيعي وذلك باجراء عملية الاقران له وطرحه الى عصارة الصفراء ولمستوى من البليروبين المتكون يعادل ستة اضعاف مستوى تكونه الطبيعي

وقد يحدث في هذا النوع من اليرقان ارتفاع في مستوى البليروبين المقترن في مصل الدم عن مستواه الطبيعي ويرجع ذلك الى الارتفاع في مستوى الكميه المتكونه منه من قبل الكبد عن الحالات الطبيعيه مما قد يؤدي الى تسرب بعض منها الى الدوره الدمويه اثناء عملية التخلص منها الى القناة

الهضميه ولكن يجب ان نعرف بان الارتفاع في مستوى البليروبين غير المقترن في مصل الدم هو السمه الاساسيه والرئيسيه في هذا النوع من اليرقان كونه يعتبر من النوع قبل الكبدي

-) اليرقان القبل كبدي اللا دموي Non-hemolytic pre-hepatic Jaundice

وفي هذا النوع من اليرقان نجد ان هناك ارتفاع في مستوى البليروبين في مصل الدم ناتجا عن الارتفاع في مستوى البليروبين غير المقترن عن مستواه الطبيعي بينما لاتوجد اي علامات تدل على حدوث ارتفاع في معدلات تكسر كريات الدم الحمراء عن الحد الطبيعي

ويحدث هذا النوع من اليرقان نتيجة لوجود فشل ناتج عن اسباب وراثيه (congenital causes) في تحويل البليروبين الغير مقترن الى بليروبين مقترن ويوجد حالتان مرضيتان معروفتان تندرجان تحت هذا النوع من اليرقان وهما :

-) متلازمة كريكلر – ناجر Crigler – Najjar syndrome

وفي هذه المتلازمه يعاني المريض من وجود نقص وراثي في انتاج انزيم – UDGP Transferase والذي يساعد على تحويل البليروبين الغير مقترن الى بليروبين مقترن

-) متلازمة كلبرت Gilbert's syndrome

وفي هذا المرض نجد ان المريض يعاني من وجود فشل وراثي مجهول يؤدي الى عدم تمكن البليروبين الغير مقترن من الدخول الى خلايا الكبد من الدوره الدمويه ولاتزال حتى الان اسباب حدوث هذا الخلل وكذلك مصير البليروبين الغير مقترن المتكون غامضه

٢) اليرقان الكبدي Hepatic Jaundice :

ويعزي الارتفاع في مستوى البليروبين الكلي في مصل الدم والمسبب لهذا النوع من اليرقان الى الارتفاع في مستوى البليروبين المقترن او البليروبين الغير مقترن او كليهما معا وذلك حسب الحاله وموضع المرض وكما موضح ادناه :

-) يكون اليرقان بسبب الارتفاع في البليروبين الغير مقترن وذلك في حالة فشل خلايا الكبد على اتمام عملية الاقران للبليروبين (Failure in conjugation capacity of the liver) اي خلل في احدى وظائف الكبد الاساسيه
-) يكون اليرقان بسبب الارتفاع في كل من البليروبين المقترن والبليروبين غير المقترن معا ويحدث ذلك نتيجة لحدث عطب وتلف (Damage) في خلايا الكبد نتيجة التهابها كما في حالة الالتهابات الفيروسيه (Viral infection) او تحت تاثير بعض العقاقير التي تتسبب في حدوث تلف في خلايا الكبد
-) يكون اليرقان بسبب الارتفاع في البليروبين المقترن ويحدث ذلك نتيجة حدوث اضطراب وخلل في عمليه افراز البليروبين المقترن من خلايا الكبد الى كيس الصفراء

ويحدث اليرقان الكبدي في الحالات المرضيه التاليه :

أ) حدوث تجرحات وتقرحات في خلايا الكبد (Hepatocellular injury) كالتي تحدث

-) في حالات التهاب الكبد الحاد (Acute hepatitis) ودون الحاد (sub acute hepatitis) والمزمن (Chronic hepatitis) وفوق المزمن (Fulminante hepatitis)
-) بسبب بعض العقاقير والسموم

ب) بسبب الركود الصفراوي الداخل كبدي (Intrahepatic cholestasis) والذي يشبه مثيله الذي سياتي ذكره في اليرقان البعد كبدي ويحدث ذلك في حالات تشمع الكبد (Cirrhosis) وخاصة حالة التشمع الكبدي الصفراوي الاولي (Primary biliary cirrhosis) والذي يعتبر

احد الامراض المناعيه (Autoimmune disease) التي تصيب الكبد وتؤدي الى تشمع خلاياه

٣) **اليرقان بعد الكبدي (اليرقان الانسدادي) Post – hepatic (obstructive) Jaundice**

ويعزى الارتفاع في مستوى البليروبين الكلي في مصل الدم المسبب لهذا النوع من اليرقان الى الارتفاع في مستوى البليروبين المقترن وذلك لاسباب بعد كبديه تتعلق بحدوث خلل ما في كيس الصفراء او القناة الصفراويه (Biliary canaliculi) والذي يؤدي الى انسداد احد منها او كليهما وذلك بسبب وجود حصوات مراريه (Gall stone) او ورم (Tumor) او تقرح كبير بسبب التهاب ويؤدي ذلك الى حدوث ركود لمادة الصفراء في كيس الصفراء وعدم وصوله الى القناة الهضميه ويؤدي ذلك الى ارتفاع التركيز داخل كيس الصفراء والقناة الصفراويه مما يؤدي الى خدش خلايا جدار كل منهما وبالتالى دخول البليروبين غير المقترن الى الدوره الدمويه

٤) **اليرقان الولادى Neonatal Jaundice**

وهو نوع من انواع اليرقان الغير ضار والذي يحدث بصوره طبيعيه عند الاطفال حديثي الولاده نتيجة لتكسر الهيموكلوبين الجنيني وبعض التغيرات الايضيه والفسيولوجيه التي تحدث بعد الولاده ويبدأ خلال يومين من الولاده ويستمر حتى اليوم الثامن من الولاده عند الاطفال طبيعي الولاده (المولودون بعد فترة حمل طبيعيه وكامله) وحتى اليوم الرابع عشر بعد الولاده عند الاطفال ذوي الولاده المبكره وعادة ما يبدأ مستوى البليروبين بالانخفاض تريجيا بصوره طبيعيه دون اي تدخل طبي

احيانا وفي بعض الحالات المتطرفه قد يحدث تلف في الدماغ نتيجة الارتفاع في مستوى البليروبين في الدم (Hyperbilirubinaemia) وتسمى هذه الحاله (Kirnecterus) وقد تؤدي الى حدوث عوق دائمي وقد لوحظ في السنوات الاخيره ارتفاع حدوث مثل هذه الحالات نتيجة لعدم الكشف المبكر ومعالجة حالات ارتفاع البليروبين الولادي (Neonatal Hyperbilirubinaemia)

ويستخدم ما يسمى بالبيلي لايت (Bili light) كوسيله مبكره لعلاج اليرقان الولادي والتي تتكون من تعريض الطفل الرضيع الى ضوء مكثف مع نظام غذائي خاص مع تحريك الطفل الرضيع للتخلص من البليروبين الزائد عن طريق الامعاء والتبول

المستوى الطبيعي للبليروبين الكلي عند الاطفال حديثي الولاده :

Age	Premature Newborn	Full – term Newborn
Up to 24 h	1.0 – 8.0 mg/dl serum	2.0 – 6.0 mg/dl serum
Up to 48 h	6.0 – 12.0 mg/dl serum	6.0 – 10.0 mg/dl serum
3 – 5 days	10.0 – 14.0 mg/dl serum	4.0 – 8.0 mg/dl serum

Infants after one month & adults: Total serum Bilirubin 0.2 – 1.0 mg%

Conjugated Bilirubin 0.0 - 0.2 mg%

اطراح الصبغات في حالات اليرقان المختلفه Pigment excretion in jaundice

Case	Urine Bilirubin	Urine Urobilinogen	Faeces Urobilinogen
Normal	Negative	Trace	++
Hemolytic pre-hepatic	Negative	Trace to +	++++
Non-hemolytic pre hepatic	Negative	Negative	Negative to +
Hepatic (Hepatocellular)	+	+	Negative to +
Hepatic (Cholestasis)	+	Negative	Negative
Post – Hepatic	+	Negative	Negative to +

اختبارات وظائف الكبد Liver Function Tests

تعتبر اختبارات وظائف الكبد من الاختبارات ذات الاهميه السريريه الكبيره لتشخيص الامراض التي تصيب الكبد نظرا لتعددها واختلاف اسبابها ومواضعها حيث من الصعب تشخيص امراض الكبد دون اللجوء الى اجراء اختبارات وظائف الكبد مختبريا والتي تجرى للاغراض التاليه :

١) البحث عن وجود اي حالات غير طبيعيه في وظائف الكبد
٢) توثيق هذه الحالات الغير طبيعيه
٣) تعيين نوع الضرر او التلف الذي يصيب خلايا الكبد سواء كانت نتيجة التهاب بكتيري اوفيروسي او نتيجة لركود حدث في مادة الصفراء وادى لهذا الضرر
٤) تعيين موضع الضرر سواء داخل الكبد (Intrahepatic) ام خارج الكبد (Extrahepatic)
٥) استناج المرض لمعالجة ومتابعة المريض بالمرض الكبدي

ومما سبق نجد بان فحوصات وظائف الكبد تكون على هيئة مجموعه من الفحوصات المختبريه يجب اجرائها مجتمعه حيث ان اجراء فحص واحد لايفي بالغرض وذلك لغرض :

١) التشخيص الدقيق لوجود اي خلل وظيفي للكبد
٢) تحديد المرض الكبدي
٣) التعرف الدقيق على سبب المرض

واختبارات وظائف الكبد هي :

١) **الاختبارات الخاصه بتلف خلايا الكبد Tests for Liver cell damage :**

وتشمل هذه الاختبارات القياس بقياس فعالية انزيمين من الانزيمات الناقله لمجموعة الأمين (Transaminases) وهذان الانزيميان يكونان موجودان داخل خلايا الكبد وعند حدوث اي ضرر او تلف في خلايا الكبد يؤدي هذا التلف الى خروجهما الى خارج الخليه حيث يزداد مستوى كل منهما في مصل الدم علما بانه سوف يتم دراستهما تفصيليا لاحقا . وهذان الانزيمان هما

- Glutamate – Pyruvate Transaminase (GPT)
- Glutamate – Oxaloacetate Transaminase (GOT)

ويرتفع مستوى نشاط كل منهما عن المستوى الطبيعي في مصل الدم في الحالات التاليه :

- ألتهاب الكبد الفيروسي (Viral hepatitis)
- تشمع الكبد (Liver cirrhosis)
- تليف الكبد (Liver Fibrosis)

٢) **اختبارات الفشل الوظيفي للكبد Tests for Liver dysfunction :**

وتجرى هذه الاختبارات للتعرف على وجود خلل في اداء الكبد لوظائفه الرئيسيه الثلاث وهي

- التصنيع (Synthesized)
- الاقران (Conjugation)
- الاخراج والتخلص من المواد السامه (Excretion or Detoxication)

وهذه الاختبارات هي :

أ) **اختبار قياس قدرة الكبد على القيام بوظيفة الاقران Tests for Conjugation capacity**

وتشمل هذه الاختبارات قياس مستوى كل من في مصل الدم :

- البليروبين الكلي (Total Bilirubin)
- البليروبين المقترن (Conjugation capacity)
- البليروبين غير المقترن (Unconjugated Bilirubin)

ب) **اختبارات قياس قدرة الكبد على القيام بوظيفة التصنيع Tests for synthesized capacity**

وتشمل هذه الاختبارات قياس مستوى كل من في مصل الدم :

- البروتين الكلي (Total protein)
- الالبومين (Albumin)
- الكلوبيولين ماعد نوع كاما (Globulin except gamma Globulin)

ت) **اختبارات قياس قدرة الكبد على القيام بوظيفة الاخراج Tests for Excretion capacity :**

ولغرض قياس قدرة الكبد على القيام بوظيفته الاخراجيه او التي تسمى ايضا بوظيفة التخلص من المواد السامه (Detoxification) يجرى اختبار خاص وذلك بحق المريض بماده خاصه تكون غير موجوده في جسم الانسان بالحالات الطبيعيه ولا يستفاد الجسم منها حيث بمجرد دخولها الى الجسم يقوم الكبد بتخليص الجسم منها مباشرة ومن اكثر المواد المستخدمه لهذا الغرض ماده تسمى بروموسلفوثالين (Bromosulphothalein) ويرمز لها بالرمز (BSP) ويطلق على هذا الاختبار BSP – Test

ويجرى هذا الاختبار كالتالي :

- يحقن المريض عن طريق الوريد بجرعه من مادة BSP وبواقع ٥ ملغم لكل واحد كغم من وزن الجسم
- يقاس تركيز مادة ال BSP في دم المريض بعد ربع ساعه من حقنه بالجرعه
- في حالة عدم وجود اي خلل في وظيفة الكبد الاخراجيه نجد ان تركيز مادة ال BSP المتبقيه بدم المريض لاتتجاوز ٢% من قيمة الجرعه المعطاه للمريض بعد ربع ساعه من حقن المريض بجرعة ال BSP حيث يقوم الكبد باخذ الماده من الدم وطرحها الى كيس الصفراء للتخلص منها عن طريق القناة الهضميه مع ضرورة التاكد من سلامة وعدم وجود اي خلل بالدوره الدمويه داخل وخارج الكبد وكذلك كيس الصفراء والقنوات الصفراويه .

٣) **اختبارات الركود الصفراوي Tests for Cholestasis :**

وتشخص هذه الفحوصات وجود اي فشل في وصول اصباغ الصفراء الى الاثنى عشر ومن ثم طرحها الى خارج الجسم وذلك بسبب وجود خلل اما يكون داخل الكبد (Intrahepatic) او خارج الكبد (Extrahepatic)

وتشمل هذه الاختبارات :

- قياس فعالية انزيم الفوسفاتيز القاعدي (Alkaline phosphatase) في مصل الدم وسوف نقوم بدراسته تفصيليا
- قياس فعالية انزيم 5, Nucleosidase في مصل الدم

الجدول التالي يبين النتائج المحتمله لاختبارات وظائف الكبد في حالات اليرقان المختلفه :

Function test	Pre-hepatic	Hepatic	Post-hepatic
Total Bilirubin	Normal / increased	Increased	Increased
Conjugated Bilirubin	Normal	Increased	Increased
Unconjugated Bilirubin	Normal / increased	Increased	Normal
Transaminases	Normal	Increased	Increased
Alkaline phosphatase	Normal	Increased	Increased
Urine color	Normal (urobilinogen)	Dark (urobilinogen + conjugated Bilirubin)	Dark (conjugated Bilirubin)
Stool color	Normal	Normal	Pale
Urine urobilinogen	Normal / increased	Increased	Decreased / Negative
Urine conjugated Bilirubin	Not present	Present	Present

الفصل التاسع

الإنزيمات

الإنزيمات Enzymes

الإنزيم كلمة لاتينية تعني (في الخميرة) إذ إن عملية الحفز الحيوي اكتشفت أولا في عملية تخمر الجلوكوز إلى كحول بواسطة الخميرة .

الإنزيم عبارة عن بروتين أو معقد بروتيني معدني يعمل ضمن الجسم الحي في نطاق درجة حرارة الجسم الفيزيولوجية كوسيط يعمل على تسريع التفاعلات الكيميائية الحيوية والتحكم بالبنية الفراغية للناتج .

آلية عمله تشابه باقي الوسطاء عن طريق خفض طاقة التنشيط مما يسمح بانجاز تفاعلات تجري عادة ضمن درجات حرارة مرتفعة جدا وفق الشروط الحيوية بدرجة حرارة لا تتعدى درجة حرارة الجسم الحي ليعود بعد انجاز التفاعل إلى وضعه الأصلي مما يمكنه من المشاركة بتفاعل جديد وهذا ما يسمح لكميات قليلة من الأنزيم بالمشاركة لفترة زمنية طويلة في التفاعل .

و كما هي حال البروتينات فإن الأنزيمات تتشكل من سلاسل ببتيدية مؤلفة من احماض امينية تلتف على بعضها لتشكيل بنية ثلاثية الأبعاد، كما تترابط السلاسل الببتيدية بعد ذلك بروابط غير تكافؤية لتكون بروتينات معقدة تمتلك خواصا حركية ومراكز ارتباط.

تسمية وتصنيف الانزيمات (Naming and classification of enzymes) :

تشتق تسمية الانزيمات غالبا من الماده الاساس التي يعمل عليها الانزيم او التفاعل الذي يحفزه ويتحكم به مع اضافة النهايه (ase -) مثل

- **Lactase**
- **Alcohol dehydrogenase**
- **DNA polymerase , etc …**

وقد قام (International union of biochemistry And molecular biology) الاتحاد العالمي للكيمياء الحياتيه والبيولوجيا الجزيئيه مؤخرا بتطوير طريقة جديده لتسمية الانزيمات سميت (EC number) والتي تتكون من ستة مجموعات اساسيه وكما مبين ادناه :

الرمز	اسم مجموعة الانزيمات	العمل الذي تقوم به	مثال
EC 1	*Oxidoreductases*	catalyze oxidation / reduction reactions	Oxidase and Dehydrogenase
EC 2	*Transferases*	transfer a functional group (*e.g.* a amino group)	Transaminase & Kinase
EC 3	*Hydrolases*	catalyze the hydrolysis of various bonds	Amylase and Lipase
EC 4	*Lyases*	cleave various bonds by means other than hydrolysis and oxidation	
EC 5	*Isomerases*	catalyze isomerization changes within a single molecule	Isomerase
EC 6	*Ligases*	join two molecules with covalent bonds	Synthesase

العوامل المؤثره على فاعلية وعمل الانزيمات

١) تتأثر فاعلية الانزيمات المختلفه ببعض المركبات الكيميائيه والايونات فهناك بعض المركبات او الايونات تعمل على زيادة فاعليتها وتسمى بمنشطات الانزيم (Activator) بينما هناك بعض المركبات او الايونات تعمل على تثبيط او ايقاف عمل الانزيمات وتسمى مثل هذه المركبات بمثبطات الانزيم (Inhibitors) ومعظم العقاقير والسموم تكون مثبطه لعمل الانزيم
٢) كما تتأثر فاعلية الانزيمات بدرجات الحراره (Temperature) حيث نجد ان لكل انزيم درجة حراره تكون عندها فعاليته في اعلى درجاتها بينما قد يتوقف عمل الانزيم او يفقد صفاته الكيميائيه عند درجات حراره اخرى وعادة ماتكون درجة الحراره المثاليه للانزيمات التي تعمل داخل جسم الانسان هي ٣٧ درجه مئويه
٣) التركيز الهيدروجينيى للوسط الكيميائي المحيط بالانزيم والذي يعمل خلاله (pH) حيث نجد ان لكل انزيم وسط كيميائي ذو تركيز هيدروجيني معين يعمل به باقصى فاعليته واي ارتفاع او انخفاض في التركيز الهيدروجيني لهذا الوسط يقلل من فاعلية عمل الانزيم او يوقفها
٤) يعمل كل انزيم على ماده او مجموعة مواد وتسمى هذه المواد بمادة الاساس او الركيزه (Substrate) وتتأثر فاعلية الانزيم بتركيز تلك الماده الاساس

الماده الاساس (Substrate)

وهي الماده التي يعمل عليها الانزيم داخل جسم الانسان ويقوم بتحويلها الى ماده اخرى والتي تسمي ايضا بالركيزه او الركازه ويمكن ان تكون الماده الاساس ماده واحده او اكثر

كيف يعمل الأنزيم

معظم الأنزيمات تشكل جزيئات بروتينية ضخمة أكبر بكثير من الماده الاساس (Substrate) التي ترتبط بها لذلك فإن ما يشكل تماسا مباشرا بين الأنزيم والماده الاساس المرتبطة لا يتعدى عشرة احماض امينية تشكل ما يسمى تجويف أو موقع الارتباط. أحيانا يمتلك الأنزيم أكثر من موقع ارتباط واحد وأحيانا يوجد ضمن الأنزيم موقع ارتباط تميم العامل وارتباطه ضروري لإنجاز التفاعل. بعض المواقع الارتباطية ذات وظيفة تنظيمية، فهي تقوم بزيادة أو تخفيض نشاط الأنزيم.

بعض الأنزيمات تستطيع أن تقوم لوحدها بالمهمة التحفيزية كاملة لكن هذه ليست حالة معظم الانزيمات فمعظم الأنزيمات تحتاج عوامل مرافقة تساعدها على انجاز التفاعلات، هذه العوامل المرافقة هي غالبا جزيئات غير بروتينية وتسمى بمنشطات الانزيمات (Activators) والتي يمكن ان تقسم الى قسمين وهما :

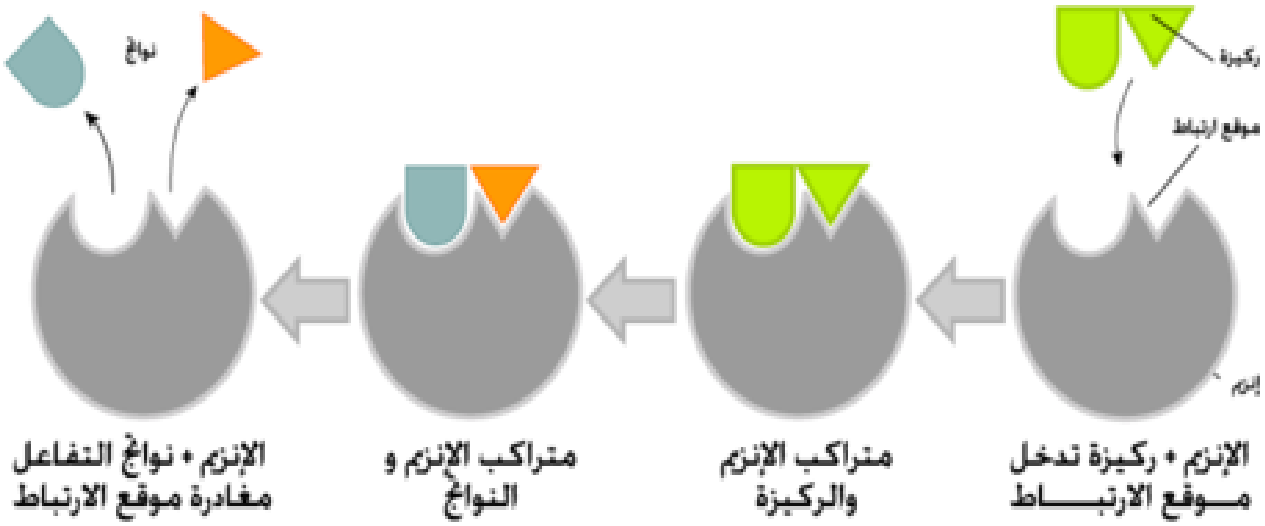
١) **Cofactors :**
وهي مركبات غير بروتينيه ترتبط بالانزيمات وتساعدها على اداء وظيفتها الحيويه ويمكن ان تكون هذه المركبات عضويه (Organic) مثل (Flavin and heme) او غير عضويه (Inorganic) مثل (Metal ions)

٢) **Coenzymes :**
وهي مركبات عضويه ترتبط بالانزيم وتساعدها على اداء عملها وتسمى بمتمم الانزيم مثل (Coenzyme A) وقد يكون بعض هذه المركبات فيتامينات مثل (Folic acid) او مركبات مشتقه من الفيتامينات والتي قد لايتم تصنيعها داخل الجسم ولكن يتم الحصول عليها من الغذاء

الأنزيمات بشكل عام اصطفائية بالنسبة للتفاعلات والركائز التي تنجز هذه التفاعلات عليها، وتلعب هنا تكاملية الشكل والشحنة لكل من البروتين والركازة (المادة الأساس) دورا مهما في هذه الاصطفائية وتوجد عدة فرضيات تبين كيفيه ارتباط الانزيم مع الماده الاساس التي يعمل عليها ومن اهم هذه الفرضيات :

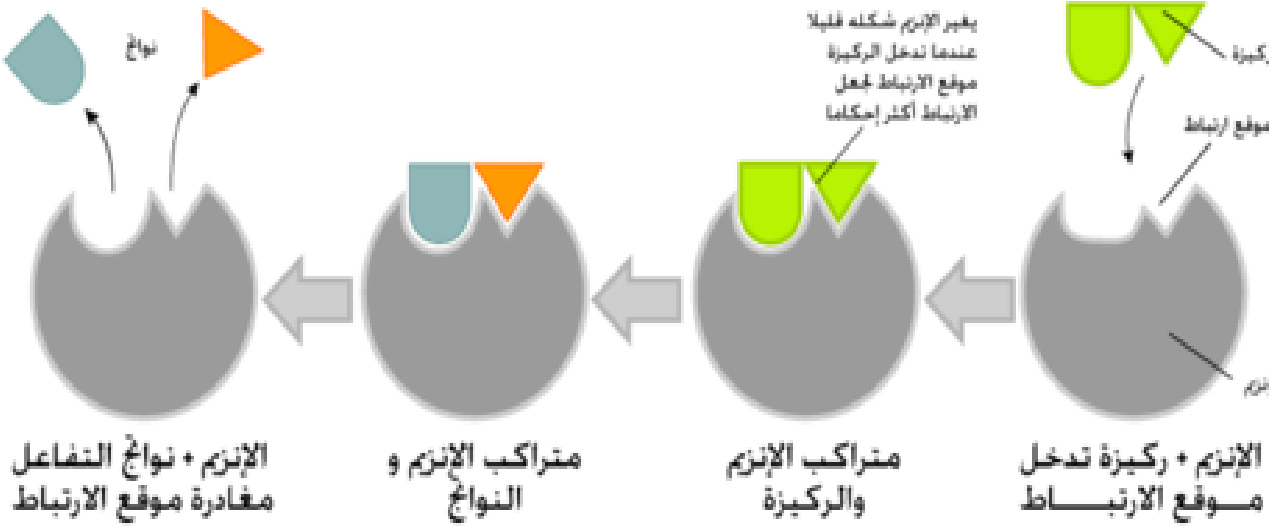
فرضية القفل والمفتاح

وضعت هذه الفرضية من قبل العالم الحائز على جائزة نوبل اميل فيشر عام ١٨٩٤ لتفسير اصطفائية الأنزيمات حيث افترض ان موقع الارتباط في الأنزيم يشابه دور القفل الذي لا يفتحه إلا مفتاح مخصص له ينطبق شكله على متطلبات هذا القفل وهذا ما يؤدي إلى ان جزيئات معينة فقط تستطيع الارتباط بالانزيم في موقع ارتباطه التفاعلي لتخضع للتفاعلات التي ينجزها الأنزيم .



فرضية التلائم المحرض

اقترح كوشلاند فرضية معدلة عن فرضية القفل والمفتاح وذلك في عام ١٩٥٨ آخذا بعين الاعتبار حركية الجزيئات البروتينية حيث افترض أن من غير الضروري أن تناسب الركازة تماما شكل موقع الارتباط فالسلاسل الببتيدية في موقع الارتباط تستطيع أن تغير موافعها لتلائم ارتباط بعض الركائز كما أن هذه السلاسل الببتيدية تأخذ في شكلها الجديد وضعية تسهل عملها التحفيزي مما يؤدي إلى إنجاز التفاعل الكيميائي المطلوب .



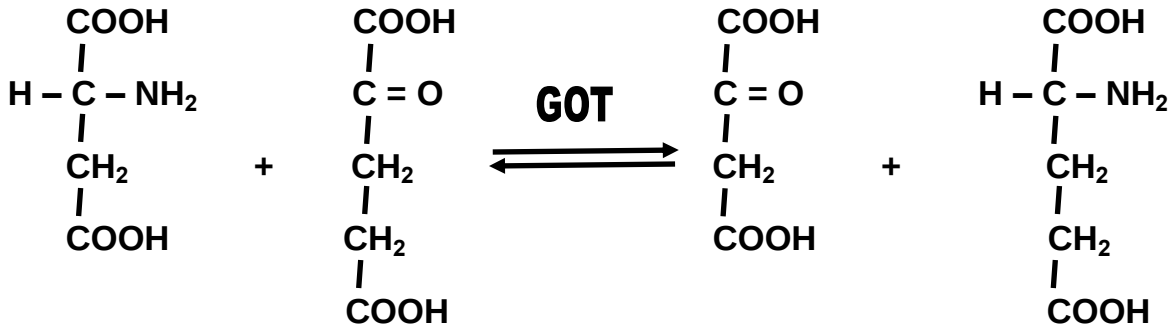
الأنزيمات ناقلة مجموعة الأمين Transaminases

Glutamate Pyruvate Transaminase (GPT) or Alanine Transaminase (Al T)

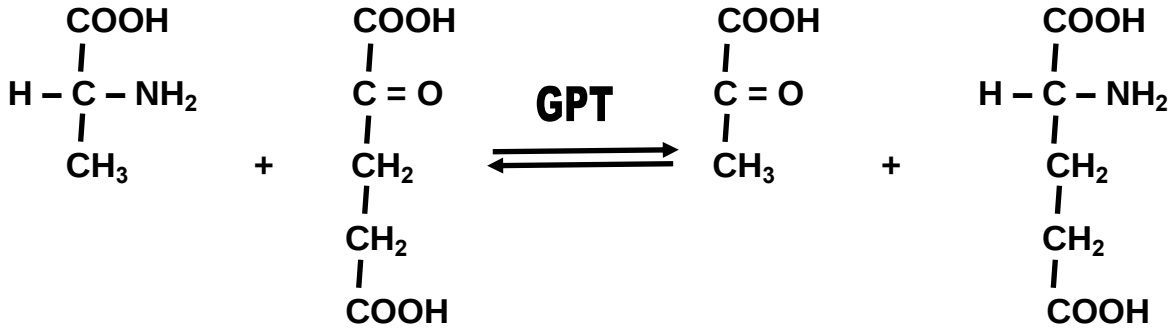
Glutamate Oxaloacetate Transaminase (GOT) or Aspartate Transaminase (AsT)

التصنيف Classification

ينتمي انزيمي (GPT & GOT) الى مجموعة الانزيمات المسماة ناقلة مجموعة الامين (Transaminases) وهي تنتمي الى مجموعة الانزيمات المسماة (Transferases) وقد سميت بهذا الاسم نظرا لعملها داخل الجسم على نقل مجموعة الأمين (NH_2 -) من حامض اميني الى حامض كربوكسيلي الفا كيتوني (α-Keto carboxylic acid) وينتج عن هذه العمليه تحول الحامض الاميني الى حامض الفا كيتوني بينما يتحول الحامض الالفا كيتوني الى حامض اميني جديد وتعتبر هذه العمليه احد العمليات الحيويه التي تحدث داخل جسم الانسان ضمن عمليات ايض المواد البروتينيه مع العلم بان التفاعل الذي يحدثه كلا الأنزيمين يعد من التفاعلات العكسيه (Reversible reaction) للحصول على حاجة الجسم من احدى طرفي التفاعل ويمكن توضيح عمل كلا الانزيمين وفق المعادلتين التاليتين



Aspaetic acid (amino acid) | **α – Ketoglutaric acid (α – keto acid)** | **Oxaloacetic acid (α – keto acid)** | **Glutamic acid (amino acid)**



Alanine (amino acid) | **α – Ketoglutaric acid (α – keto acid)** | **Pyruvic acid (α – keto acid)** | **Glutamic acid (amino acid)**

انزيم GPT او AlT :

(Glutamate Pyruvate Transaminase or Alanine Transaminase)

وجود انزيم ال GPT في جسم الانسان :

يوجد انزيم ال GPT يصوره طبيعيه في عدد من انسجة الجسم المختلفه مثل خلايا الكبد بصوره رئيسيه وعضلة القلب (Cardiac muscle) وعضلات الهيكل العظمي (Skeletal muscle) والكليه كما يكون ايضا موجود في بلازما الدم وفي مادة الصفراء (Bile) وفي سائل النخاع الشوكي (Cerebrospinal fluid) ومما سبق يتبين ان ان المصدر الرئيس لهذا الانزيم في مصل الدم يكون من خلايا الكبد ومن ثم عضلة القلب

خواص انزيم GPT Properties of GPT enzyme :

١) يعمل انزيم ال GPT على االحامض الأميني Alanine اضافة الى الحامض الألفا كيتوني (الألفا كيتو كلوتاريك) ويطلق على الماده او المواد التي يعمل عليها الأنزيم بالماده الاساس (Substrate)
٢) تكون افضل فعاليه لانزيم ال GPT عند درجة حراره ٣٧ درجه مئويه وعند تركيز هيدروجيني (pH) قاعدي خفيف (pH = 7.4)
٣) معظم المواد المانعه للتخثر يكون لها تاثير على فعالية هذا الانزيم مثل الاوكسلات (Oxalate) والخلات (Citrate) ولذلك وعند قياس فعاليته مختبريا يفضل استخدام مصل الدم ولا تستخدم بلازما الدم
٤) يكون هذا الانزيم حساسا جدا لدرجات الحراره المختلفه فهو يكون ثابتا لمدة
- ثلاثة ايام عند درجة حراره ٢٥ درجه مئويه
- اسبوع عند حفظه في ثلاجة عند درجة حراره من ٤ الى ٥ درجات مئويه
- شهر عند حفظه في درجة التجميد (- ٢٥ درجه مئويه)

٥) تكون فعالية انزيم ال GPT اقل من مثيلتها بالنسبه لإنزيم ال GOT وتحت نفس الظروف الطبيعيه

الأهميه السريريه لأنزيم ال GPT :

Normal value GOT activity = 2 – 15 I.U. / l serum

= 2 – 38 micromole / mints / l serum)

عادة لايحدث اي انخفاض في مستوى فعالية الانزيم في مصل الدم في الحالات المرضيه ولكن فقط ارتفاع وذلك كون هذا الانزيم يعتبر من الانزيمات الداخل خلويه اي ان عملها داخل الخليه وتتركز الاهميه السريريه لقياس فعالية انزيم GPT في مصل الدم في علاقته المباشره بأمراض الكبد فالبرغم من ان انزيم GOT وكما سنعرف لاحقا يرتفع ايضا في حالة امراض الكبد الناتجه عن حدوث تلف في خلاياه ومع ذلك يظل انزيم GPT هو الاكثر اهميه وخصوصيه في امراض الكبد وذلك لكونه من النادر ان يرتفع مستوى فعاليته في مصل الدم في اية امراض اخرى رغم وجوده في العديد من الانسجه اضافة الى ان ارتفاع مستوى فعاليته يدوم لفتره طويله من تلك الخاصه بانزيم GOT في حالة الامراض الكبديه

ومن اهم امراض الكبد التي يحدث خلالها ارتفاع ملحوظ في مستوى فعالية انزيم GPT

- التهاب الكبد المعدي Infectious hepatitis حيث يحدث تلف في خلايا الكبد مما يؤدي الى تسرب انزيم GPT الى الدم مما يسبب زياده ملحوظه في فعاليته بالدم
- تليف الكبد Liver cirrhosis
- تليف قناة الصفراء Biliary cirrhosis
- اليرقان الانسدادي Obstructive jaundice
- سرطان الكبد Liver cancer حيث تعزى الزياده في فعالية الانزيم في مصل الدم الى الزياده غير الطبيعيه للخلايا السرطانيه بالكبد

انزيم GOT او AsT:

(Glutamate Oxaloacetate Transaminase or Aspartate Transaminase)

وجود انزيم ال GOT في جسم الانسان :

يوجد انزيم ال GOT يصوره طبيعيه في عدد من انسجة الجسم المختلفه مثل عضلة القلب (Cardiac muscle) والتي تحتوى خلاياها على اكبر كميه من هذا الانزيم كما يوجد ايضا في خلايا الكبد وعضلات الهيكل العظمي (Skeletal muscle) والكليه كما يكون ايضا موجود في بلازما الدم وفي مادة الصفراء (Bile) وفي سائل النخاع الشوكي (Cerebrospinal fluid) ومما سبق يتبين ان ان المصدر الرئيس لهذا الانزيم في مصل الدم يكون من خلايا عضلة القلب ومن ثم الكبد

خواص انزيم GOT Properties of GOT enzyme :

١) يعمل انزيم ال GOT على الماده الاساس المتكونه من الحامض الأميني Aspartic acid اضافة الى الحامض الألفا كيتوني (الألفا كيتو كلوتاريك)
٢) تكون افضل فعاليه لانزيم ال GOT عند درجة حراره ٣٧ درجه مئويه وعند تركيز هيدروجيني (pH) قاعدي خفيف (pH = 7.4)
٣) معظم المواد المانعه للتخثر يكون لها تاثير على فعالية هذا الانزيم مثل الاوكسلات (Oxalate) والخلات (Citrate) ولذلك وعند قياس فعاليته مختبريا يفضل استخدام مصل الدم ولا تستخدم بلازما الدم
٤) يكون هذا الانزيم حساسا جدا لدرجات الحراره المختلفه فهو يكون ثابتا لمدة
- **ثلاثة ايام عند درجة حراره ٢٥ درجه مئويه**
- **اسبوع عند حفظه في ثلاجة عند درجة حراره من ٤ الى ٥ درجات مئويه**
- **شهر عند حفظه في درجة التجميد (- ٢٥ درجه مئويه)**

٥) تكون فعالية انزيم ال GOT اعلى من مثيلتها بالنسبه لإنزيم ال GPT وتحت نفس الظروف الطبيعيه

الأهميه السريريه لأنزيم ال GOT :

Normal value GOT activity = 2 – 20 I.U. / l serum

= 2 – 23 micromole / mints / l serum)

عادة لايحدث اي انخفاض في مستوى فعالية الانزيم في مصل الدم في الحالات المرضيه ولكن فقط ارتفاع وذلك كون هذا الانزيم يعتبر من الانزيمات الداخل خلويه اي ان عملها داخل الخليه

ونظرا لكون عضلة القلب هي اهم واكبر مصدر لأنزيم GOT وكما اوضحنا سابقا فلذلك نجد ان اهمية تقديرهذا الانزيم تأتي في التشخيص السريري لأمراض القلب بالدرجه الاولى حيث يكون له خصوصيه كبيره في هذا المجال

ويمكن ايجاز الاهميه السريريه لهذا الانزيم كما سنوضح ادناه

١) أمراض القلب Heart diseases :

ومن اهم الامراض القلبيه التى يرتفع فيها مستوى فعالية انزيم ال GOT عن المستوى الطبيعي هو مرض احتشاء العضله القلبيه (Myocardial infraction) حيث يحدث تلف في خلايا العضله القلبيه مما يؤدي الى انطلاق الانزيم من خلايا العضله القلبيه الى الدم حيث يرتفع مستواه بالدم بصوره واضحه خلال ٤ – ٦ ساعات من بداية الالم المتمركز في المنطقه الصدريه ويبدأ في الارتفاع حتى يصل الى اعلى مستوياته خلال ٢٤ الى ٣٦ ساعه من بداية الازمه القلبيه وقد يصل مستواه الى ٥ – ٨ اضعاف مستواه الطبيعي ثم يبدأ في الانخفاض التدريجي حتى يصل الى مستواه الطبيعي عند اليوم الرابع او الخامس من بداية الازمه بشرط عدم وجود اية مضاعفات كحدوث احتشاء قلبي جديد
وتعتبر المستويات العاليه من هذا الانزيم (١٠ – ١٥ ضعف من المستوى الطبيعي) مهلكه للانسان وغالبا ما تؤدي للوفاة حيث ان ذلك يدل على تلف شديد اصاب خلايا العضله القلبيه .

٢) **امراض الكبد Liver diseases :**

ويعزى ارتفاع مستوى انزيم GOT الى انطلاقه من خلايا الكبد عند تلفها الى الدوره الدمويه ومن اهم امراض الكبد التي يرتفع فيها مستوى فعالية انزيم GOT بالدم

- **التهاب الكبد الفيروسي (Viral hepatitis)**
- **تليف الكبد (Liver cirrhosis)**
- **سرطان الكبد (Liver cancer)**
- **اليرقان الانسدادي (Obstructive jaundice)**
- **انسداد قناة الصفراء (Biliary Obstruction)**

٣) **الأمراض العضليه Muscular diseases :**

حيث قد يصل مستوى فعاليته في مصل الدم الى ثمانية اضعاف مستواه الطبيعي ومن اهم هذه الامراض :

- **مرض اضمحلال العضلات (Muscular Dystrophy)**
- **الالتهاب الجلدي العضلي (Dermatomyositis)**

ملاحظه هامه :

مما سبق نتبين ان كل من انزيم GOT وانزيم GPT قد يرتفع مستوى فعاليتهما معا في امراض القلب وكذلك امراض الكبد في مصل الدم لكون كلاهما موجود في كل من خلايا الكبد وخلايا عضلة القلب ولكن نجد انه في حالة امراض الكبد تكون الزياده في فعالية انزيم GPT هي الاكثر بينما في امراض القلب تكون الزياده في فعالية انزيم GOT هي الملحوظه ولذلك ومن خلال ايجاد علاقه رياضيه بينهما يمكن ان نفرق بين الحاله المرضيه سواء كانت بالكبد ام بالقلب

GOT / GPT = 1 – 1.3 in normal cases

= more than 1.3 in heart diseases

= less than 1 in Liver diseases

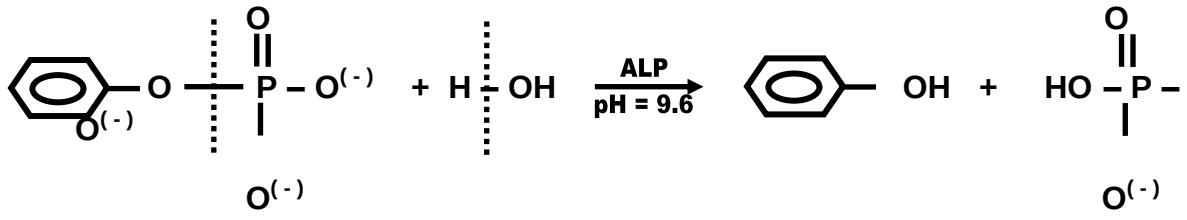
وحدة قياس فعالية انزيمى GOT & GPT :

ان كمية الانزيم لاتعني اي اهميه للتعرف على وجود خلل مرضي فالانزيمات هي مركبات بروتينيه تساعد على حدوث التفاعلات الكيميائيه الحياتيه الاساسيه داخل جسم الانسان والكميات القليله منه قد تعطي نتائج كبيره ولذلك فان فعالية الانزيم هي الاساس فلذلك ولهذا السبب اتفق على اساس قياس الانزيمات بصوره عامة بوحدات خاصه تقيس فعاليتها تسمى بالوحدات الانزيميه (Enzymatic unit) وتعرف بالوحدات العالميه (International unit)

وفي حالة انزيمي GPT و GOT يتم قياس فعالية كل منهما بالوحده العالميه المسماة (International unit) والتي يرمز لها بالرمز (I.U.) وتعرف هذه الوحده بانها فعالية الانزيم الذي ينتج ١ ميكرومول من حامض البيروفيك (Pyruvic acid) خلال دقيقه واحده عند ظروف التفاعل وهي ٣٧ درجه مئويه وتركيز هيدروجيني (pH = 7.4) في اللتر الواحد

انزيم الفوسفاتيز القاعدي Alkaline phosphatase (ALP)

ينتمي الفوسفاتيز القاعدي الى مجموعه من الانزيمات التي تسمى الانزيمات الحلمائيه (Hydrolases enzyme) والتي تعمل على الماده الاساس في وجود جزيئة ماء حيث تساعد على انفلاق المركبات الحاويه على اصرة فوسفات الاستر (phosphate ester bond) او اصرة الاسيل (acyl bond) وعند انفلاق هذه الاصره يحدث انفلاق في نفس الوقت في جزيئة الماء وينتج عن هذه العمليه تكون الفينول (Phenol) المشابه للكحول مع تحرر ايون الفوسفات وكما هو موضح بالمعادله ادناه



Phenyl phosphate phenol phosphate ion

التكوين الحياتي واماكن وجود انزيم الفوسفاتيز القاعدي بجسم الانسان Biosynthesis of ALP

يوجد انزيم الفوسفاتيز القاعدي في عدد كبير من خلايا انسجة الجسم المختلفه حيث يوجد في اغشية الخلايا (cell membrane) كما يوجد في خلايا الكبد وخلايا قناة الصفراء (Biliary tract) ويوجد بتراكيز عاليه في خلايا الغشاء الظهاري للامعاء (Intestinal epithelium) وكذلك الخلايا العظميه (Osteoblastes) وخلايا اللأنبيبات الكليويه الصغيره (Tubules)

والفوسفاتيز القاعدي الموجود في مصل الدم يكون مصدره في الاشخاص البالغين من ذلك الموجود بالكبد وقناة الصفراء بصوره رئيسيه اضافة الى كمية قليله يمكن ان يكون مصدرها من الخلايا العظميه والتي تاخذ طريقها الى الدم

ويلاحظ وجود انزيم الفوسفاتيز القاعدي في البول ولكن تلك الكميه يكون مصدرها افرازها من قبل الانيبيبات الكليويه الصغيره وليس من الدم حيث ان الفوسفاتيز القاعدي لا يتم ترشحه عبر الكبيبات الكليويه .

وظائف انزيم الفوسفاتيز القاعدي Function of ALP :

لا تزال حتى الان وظيفة انزيم الفوسفاتيز القاعدي مجهوله ومبهمه وغير مفهومه علميا بصوره دقيقه ولكن بعض البحوث العلميه الحديثه اشارت الى وجود وظيفه ايضيه (Metabolic function) لانزيم الفوسفاتيز القاعدي

وبالرغم من ان الفوسفاتيز القاعدي يعمل على عدد كبير من المواد الاساس (Substrates) والتي تم استخدامها في البحوث المختبريه خارج الجسم ومع ذلك فحتى الان لاتعرف علميا وبصوره واضحه الماده الاساس التي يعمل عليها داخل الجسم ولكن احدى الدراسات التي اجريت على بعض الاشخاص المولودين بدون وجود انزيم الفوسفاتيز القاعدي في اجسامهم بينت طرحهم لمادة فوسفات الايثانول الامينيه (Ethanol phosphate amine) وبكميات كبيره في البول بعكس الاشخاص الطبيعيين مما قد يوحي انه من المحتمل ان تكون هذه الماده واحده من مواد الاساس الفسيولوجيه التي يعمل عليها هذا الانزيم داخل الجسم علما بان ذلك من باب الاحتمال فقط وليس اليقين العلمي

ومن الوظائف الايضيه التي يعتقد ان الفوسفاتيز القاعدي له دور بها :

١) يسهل من عملية نقل المواد المتأيضه (Metabolites) عبر أغشية الخلايا وخاصة المواد الدهنيهLipids
٢) يسهل من عملية تصلب العظام وبصوره خاصه تكلس العظام (calcification of bone

خواص انزيم الفوسفاتيز القاعدي Properties of ALP :

١) تكون الفعالية الاكبر والنموذجيه لانزيم الفوسفاتيز القاعدي عند التركيز الهيدروجيني (pH = 9.6 – 10) وعند درجة حراره ٣٧ درجه مئويه
٢) تنشط فعالية انزيم الفوسفاتيز القاعدي بوجود بعض الايونات الفلزيه ثنائية التكافؤ مثل (Mg^{++} , Mn^{++} , Co^{++}) ويتميز ايون المغنيسيوم Mg^{++} في هذا المجال حيث يساعد وبصوره ملحوظه على زيادة فعالية هذا الانزيم ولذلك يفضل اضافة ايون المغنيسيوم الى المواد الداخله في طرق حساب كفائة هذا الانزيم مختبريا
٣) كما تعتبر الايونات اللافلزيه السالبه مثل (الفوسفات والبورات والسيانيد والاوكزالات) مثبطه لعمل انزيم الفوسفاتيز القاعدي ولذلك يجب تجنب استخدامها مختبريا عند حساب فعالية الانزيم سواء في المحاليل المستعمله لاجراء الفحص او استخدامها ضمن موانع التخثر لتحضير بلازما الدم ويفضل استخدام مصل الدم لتعيين فعالية هذا الانزيم
٤) تكون فعالية انزيم الفوسفاتيز القاعدي ثابته عند درجات الحراره المنخفضه ولكنه يتلف ويفقد صفاته بسرعه كبيره عند درجة الحراره ٥٦ درجه مئويه ومايزيد عنها
٥) تم اكتشاف ثمانية انواع مختلفه من انزيم الفوسفاتيز القاعدي موجوده في جسم الانسان وقد يحتوي نموذج مصل الدم الواحد على ثلاثة او اربعة انواع في نفس الوقت ولكن جميعها لها نفس العمل والصفات وعادة ما يتم حساب فعالياتها مجتمعه
٦) لوحظ ومن خلال الدراسات ان فعالية انزيم الفوسفاتيز القاعدي تزداد بما قيمته من ٢١% الى ٢٦ % في حالة ترك نموذج مصل الدم الحاوي على الانزيم من يوم واحد الى اربعة ايام في درجة حرارة الغرفه (٢٥ درجه مئويه) كما ان فعالية الانزيم في مصل الدم المحفوظ في الثلاجه قد تزداد بحدود ٢% ولذلك يوصى باجراء فحص قياس فعالية الانزيم على مصل الدم بعد الحصول عليه مباشرة

الأهميه السريريه لانزيم الفوسفاتيز القاعدى Clinical significance of ALP:

Normal value :

Children up to 12 years = 6 – 25 KAU (king Armstrong unit) / 100 ml serum

Adult = 3 – 13 KAU / 100 ml serum

عادة لايحدث اي انخفاض في مستوى فعالية الانزيم في مصل الدم في الحالات المرضيه ولكن فقط ارتفاع وذلك كون هذا الانزيم يعتبر من الانزيمات الداخل خلويه اي ان عملها داخل الخليه وتتركز اهمية تقدير فعالية انزيم الفوسفاتيز القاعدي في مصل الدم لتشخيص الأمراض التاليه :

١) امراض الكبد وقناة الصفراء Hepatobiliary diseases

ويعزى ارتفاع مستوى انزيم الفوسفاتيز القاعدي في الحالات المرضيه التي تصيب الكبد وقناة الصفراء لكون خلايا الكبد وقناة الصفراء تعتبر من اهم المصادر الاساسيه لهذا الانزيم حيث ان حدوث اي تلف او ضرر يصيب هذه الخلايا يؤدي الى تسربها الى الدوره الدمويه مما يؤدي الى زيادة فعاليته في مصل الدم مع ملاحظة ان خلايا قناة الصفراء تحتوي الجزء الاكبر ومن اهم امراض الكبد وقناة الصفراء والتي يصاحبها ارتفاع في فعالية انزيم الفوسفاتيز القاعدي بمصل الدم

أ) اليرقان الأنسدادي (Obstructive jaundice)

ب) انسداد مجرى قناة الصفراء (Biliary obstruction)

ويكون الانسداد لسببين وهما

- خارج كبدي (Extrahepatic causes) اي في قناة الصفراء مثل
  - وجود حصوه في مجرى قناة الصفراء (Gall stone)
  - بسبب ورم سرطاني (Carcinoma)
  - تليف خلايا قناة الصفراء (Fibrosis of bile duct)

وكنيجه للحالات السابقه فان انزيم الفوسفاتيز القاعدي يتسرب من خلايا قناة الصفراء الى الدوره الدمويه حيث يحدث ارتفاع في مستوى فعاليته يصل الى ١٠ الى ١٢ مره اعلى من مستوى فعاليته الطبيعيه وقد دلت الدراسات الحديثه بانه عند حدوث الانسداد يحدث تحفيز لخلايا الكبد لافراز المزيد من الانزيم والتي بدورها تنتقل الى الدوره الدمويه

- اسباب داخل كبديه (Intrahepatic causes)

وتكون نتيجة :

- التهابات الكبد الحاده والمزمنه (Acute & Chronic Hepatitis)
- تليف الكبد (Liver fibrosis)
- تليف قناة الصفراء (Biliary fibrosis)

ويكون الارتفاع في مستوى فعالية انزيم الفوسفاتيز القاعدي اقل مما هو عليه في حالة الاسباب الخارجيه حيث يقدر الارتفاع بحوالي 2.5 مره اكثر من المستوى الطبيعي

٢) امراض العظام Bone diseases

وتتميز معظم امراض العظام بزياده ملحوظه في مستوى فعالية انزيم الفوسفاتيز القاعدي في مصل الدم ومن اهم هذه الأمراض :

أ) مرض باجيت (Paget disease)

وعو عباره عن مرض التهاب العظم الضخامي (Osteitis Deformans) والذي تتضخم فيه خلايا النسيج العظمي (Osteoblastes cells) في محاوله لبناء العظم المنخر ويؤدي ذلك الى تسرب انزيم الفوسفاتيز القاعدي الموجود في الخلايا العظميه نتيجة النخر الحادث فيها الى الدم مما يؤدي الى ارتفاع مستوى فعاليته في مصل الدم بزياده تقدر مابين ١٠ الى ٢٥ مره اكثر من المستوى الطبيعي لفعاليته في مصل الدم

ب) مرض كساح العظام (Rickets)

حيث يرتفع مستوى فعالية انزيم الفوسفاتيز القاعدي في هذه الحاله الى حوالي ٢ – ٤ مرات عن مستوى فعاليته الطبيعيه في مصل الدم وقد لوحظ بان هذه الزياده تزول بسرعه عند معالجة المريض بفيتامين D

ت) سرطان العظام (Bone cancer)

ويرتفه مستوى فعالية انزيم الفوسفاتيز القاعدي في هذه الحالة الى اعلى مستوياته وذلك نتيجة الزياده الملحوظه والغير طبيعيه في خلايا النسيج العظمي والتي يتسرب ما تحتويه من هذا الانزيم منها الى الدوره الدمويه

٣) بعض الحالات الأخرى والتى هى بالحقيقه حالات طبيعيه وليست مرضيه مثل

أ) حالة الحمل Pregnancy

ويرتفع مستوى فعالية انزيم الفوسفاتيز القاعدي بحدود ٢ الى ٣ مرات عن مستواه الطبيعي في مصل الدم ويعزى ذلك الى افراز هذا الانزيم من قبل المشيمه (Placenta)

ب) عند الاطفال تحت النمو Growing children

حيث يرتفع مستوي الانزيم بحوالي 1.5 الى 2.5 مره اكثر من مستواه الطبيعي في مصل الدم وتعزى هذه الزياده الى النمو الطبيعي الذي يحدث في خلايا النسيج العظمي

وحدة قياس فعالية انزيم الفوسفاتيز القاعدى :

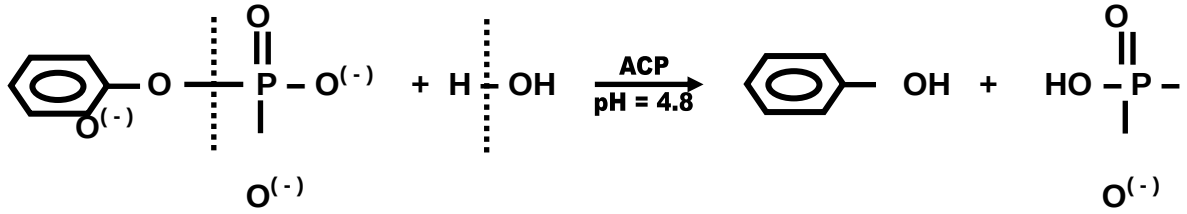
وهي احدى الوحدات العالميه والتي تسمي بوحدة كنج – ارمسترونك (King – Armstrong unit) نسبة الى العالمين الكيميائيين الذان وضعا هذه الوحده وتعرف هذه الوحده بما يلي :

هي وحدة فعالية انزيم الفوسفاتيز القاعدي التي تحرر ١ ملغم من الفينول خلال ١٥ دقيقه وتحت ظروف التفاعل من درجة حراره ٣٧ درجه مئويه وتركيز هيدروجيني (pH = 9.6 – 10)

انزيم الفوسفاتيز الحامضي Acid phosphatase (ACP)

ينتمي الفوسفاتيز الحامضي شأنه شأن الفوسفاتيز القاعدي الى مجموعه من الانزيمات التي تسمى الانزيمات الحلمائيه (Hydrolases enzyme) والتي تعمل على الماده الاساس التي في وجود جزيئة ماء حيث تساعد على انفلاق المركبات الحاويه على اصرة فوسفات الاستر (phosphate ester bond) او اصرة الاسيل (acyl bond) وعند انفلاق هذه الاصره يحدث انفلاق في نفس الوقت في جزيئة الماء وينتج عن هذه العمليه تكون الفينول (Phenol) المشابه للكحول مع تحرر ايون الفوسفات

ويشمل هذا الانزيم مجموعه من الانزيمات المتشابهه (Isoenzymes) لانزيم الفوسفاتيز الحامضي والتي تعمل في التركيز الهيدروجيني دون pH = 7.0 ولذلك فان الاسم الذي يطلق على هذا الانزيم لا يخص انزيما واحدا بل مجموعه من الانزيمات لها نفس الفعل وتعمل معا . وتوضح المعادله ادناه عمل انزيم الفوسفاتيز الحامضي



Phenyl phosphate ion phenol phosphate

التكوين الحياتي واماكن وجود انزيم الفوسفاتيز الحامضي بجسم الانسان Biosynthesis of ACP :

يتكون انزيم الفوسفاتيز الحامضي من قبل انسجه عديده في جسم الانسان حيث يوجد بتراكيز عاليه في كل من غدة البروستات (Prostate) والكبد(Liver) والطحال (Spleen) وكريات الدم الحمراء (Erythrocytes) والاقراص الدمويه (Plantlets) ونخاع العظام (Bone marrow) كما يوجد بالسائل المنوي (Seminal fluid) والبول (Urine) وبتراكيز عاليه .

وتعتبر البروستات المصدر الرئيس للانزيم الموجود بالدم حيث تساهم غدة البروستات بحوالي ثلث الى نصف كمية الانزيم في مصل الدم للرجال بينما الجزء الباقي من انزيم الفوسفاتيز القاعدي في مصل دم الرجال وكذلك تلك الموجوده في مصل دم النساء فيكزن مصدرها من الكبد اضافة لتحلل وتحطم كريات الدم الحمراء والأقراص الدمويه

خواص انزيم الفوسفاتيز الحامضي Properties of ACP :

١) تكون فعالية انزيم الفوسفاتيز الحامضي في افضل حالاتها عند درجة حراره ٣٧ درجه مئويه ويفقد طبيعته وصفاته عند درجات الحراره التي نزيد عن ٥٠ درجه مئويه
٢) يفقد انزيم الفوسفاتيز الحامضي ٥٠% من فعاليته اذا ترك مصل الدم الحاوي عليه لمدة ساعه واحده في درجة حرارة الغرفه (٢٥ درجه مئويه) فلذلك يجب اجراء فحص تقديرفعاليته مختبريا بعد الحصول على مصل الدم من المريض مباشرة
٣) يختلف التركيز الهيدروجيني pH الامثل لفاعلية انزيم الفوسفاتيز الحامضي حسب المصدر القادم منه في جسم الانسان فعلى سبيل المثال تكون فاعلية انزيم الفوسفاتيز الحامضي الناتج من البروستات في حدها الاعلى عند التركيز الهيدوجيني (pH = 4.8 – 5.1) وبصوره عامه فقد وجد ان التركيز الهيدروجيني (pH = 5) يكون ملائما لكل انواع انزيم الفوسفاتيز الحامضي كما لوحظ بان كافة انواع هذا الانزيم تتوقف فعالياتها وتفقد طبيعتها عند التركيز الهيدروجيني الأعلى من (pH = 7.0)
٤) تنشط فعالية انزيم الفوسفاتيز الحامضي بوجود بعض الايونات الفلزيه ثنائية التكافؤ مثل (Mg^{++} , Mn^{++} , Co^{++}) ويتميز ايون المغنيسيوم Mg^{++} في هذا المجال حيث يساعد وبصوره ملحوظه على زيادة فعالية هذا الانزيم ولذلك يفضل اضافة ايون المغنيسيوم الى المواد الداخله في طرق حساب كفاءة هذا الانزيم مختبريا

٥) كما تعتبر الايونات اللافلزيه السالبه مثل (الفوسفات والبورات والسيانيد والاوكزالات) مثبطه لعمل انزيم الفوسفاتيز الحامضي ولذلك يجب تجنب استخدامها مختبريا عند حساب فعالية الانزيم سواء في المحاليل المستعمله لاجراء الفحص او استخدامها ضمن موانع التخثر لتحضير بلازما الدم ويفضل استخدام مصل الدم لتعيين فعالية هذا الانزيم

٦) يكون لانزيم الفوسفاتيز الحامضي اهميه كبيره في تشخيص سرطان البروستات عند الرجال وكما اوضحنا من قبل فان قياس فاعلية انزيم الفوسفاتيز الحامضي في مصل الدم تكون لكافة انواعه مجتمعه دون التفرقه بين اماكن قدوم كل منها وقد اثبتت الدراسات بان النوع المنتج من قبل البروستات يكون شديد الحساسيه تجاه بعض المركبات الكيميائيه حيث وجد بان مادة الترترات (L- Tartarate) تؤدي الى ايقاف فاعلية انزيم الفوسفاتيز الحامضي الموجود في مصل الدم والمنتج من قبل غدة البروستات وقد تم الاستفاده من هذه الخصوصيه لقياس فاعلية انزيم الفوسفاتيز الحامضي الكلي في عينة مصل الدم ومن ثم اعادة اجراء قياس فاعلية الانزيم بعد اضافة مادة الترترات ويكون الفرق الحسابي بينهما مساويا لفاعلية الانزيم المنتج من قبل غدة البروستات وبالتالي التعرف على مصدر ارتفاع فاعليته غي مصل الدم سواء كانت من قبل غدة البروستات ام من انسجة الجسم الاخرى المنتجه والحاويه عليه

الأهميه السريريه لانزيم الفوسفاتيز الحامضي Clinical significance of ACP:

Normal value : ACP activity = 1.0 – 3.5 KAU (king Armstrong unit) / 100 ml serum

عادة لايحدث اي انخفاض في مستوى فعالية الانزيم في مصل الدم في الحالات المرضيه ولكن فقط ارتفاع وذلك كون هذا الانزيم يعتبر من الانزيمات الداخل خلويه اي ان عملها داخل الخليه وتتركز اهمية تقدير فعالية انزيم الفوسفاتيز الحامضي في مصل الدم لتشخيص الأمراض التاليه :

١) **سرطان البروستات (Prostatic cancer)**

- في حالة سرطان البروستات الموضعي يبقى مستوى انزيم الفوسفاتيز الحامضي محافظا على مستواه الطبيعي او تحدث زياده طفيفه في مستواه كما انه وبعد اجراء عملية استئصال غدة البروستات او المعالجه بالهرمون الانثوي (الأستروجين) فان مستويات الانزيم تقترب بصوره تدريجيه الى الحدود الطبيعيه
- اما في حالة المرضى المصابين بسرطان البروستات المصحوب بمراحل متقدمه من الورم السرطاني المنتقل الى المناطق المجاوره (Metastasised prostatic carcinoma) فانه يحدث ارتفاع كبير في مستوى انزيم الفوسفاتيز الحامضي البروستاتي وكذلك انزيم الفوسفاتيز الحامضي الكلي في مصل دم الذكور المصابين حيث يرتفع مستوى حامض الفسفاتيز الحامضي الكلي ٤٠ الى ٥٠ مره اكثر من الحدود العليا لهذا الانزيم

والمعروف فسيولوجيا ان انزيم الفوسفاتيز الحامضي البروستاتي في الحالات الطبيعيه يسيل تدريجيا عن طريق القنوات البروستاتيه ولاينتقل منه الا الجزء القليل جدا الى الدوره الدمويه اما في حالة سرطان البروستات المتقدم فان الارتفاع في مستوى الانزيم بمصل الدم يعزى الى الزياده المفرطه في الخلايا السرطانيه البروستاتيه مما يؤدي الى تسرب الانزيم الى الدم

٢) **سرطان الثدى (Breast cancer)**

ويستخدم انزيم الفوسفاتيز الحامضي في تشخيص حالات سرطان الثدي حيث لوحظ ارتفاعا ملحوظا في مستوى الانزيم في مصل دم الاناث المصابات بالمرض وعادة ما يكون الانزيم قادما من الخلايا العظميه (Osteoblastes)

٣) **بعض امراض العظام (Bone diseases)**

يرتفع مستوى انزيم الفوسفاتيز في بعض امراض العظام مثل مرض باجيت (Paget disease) ومرض التدرقن (Hyperparathyrodism) المصحوب ببعض التداخلات العظميه وكذلك بسرطان العظام (Bone cancer) وخاصة المصحوب بسرطان الثدي

وحدة قياس فاعلية انزيم الفوسفاتيز الحامضي (King – Armstrong unit)

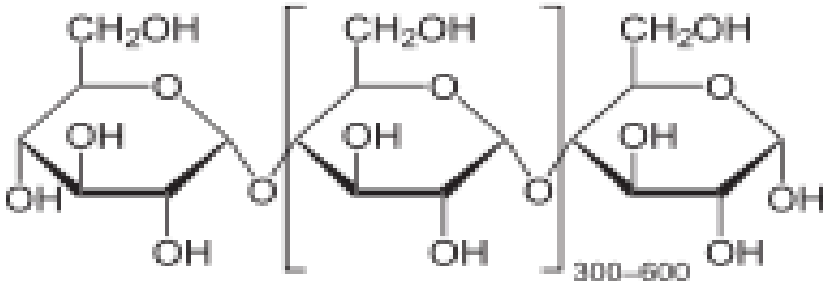
وهي وحدة فاعلية انزيم الفوسفاتيز الحامضي التي تحرر ١ ملغم من الفينول خلال ساعه واحده تحت ظروف التفاعل (درجة حراره ٣٧ درجه مئويه وتركيز هيدروجيني pH = 4.9

انزيم الأميليز Amylase enzyme

ينتمي انزيم الاميليز الى مجموعة الانزيمات الحلمائيه (Hydrolases) والذي يعمل على تجزئه المركبات الكربوهيدراتيه معقدة التركيب مثل النشا (Starch) والكلايكوجين (Glycogen) الى سكريات ابسط تركيبا مثل المالتوز(Maltose) والكلوكوز ويفرز انزيم الاميليز بصوره رئيسيه في جسم الانسان من غدة البنكرياس والغدد اللعابيه اضافة الى الكبد

ويوجد سبعة انواع من هذا الانزيم موجوده في الجسم تختلف في شكلها الفراغي ولكنها تتشابه في عملها الوظيفي

وقد سمي انزيم الاميليز بهذا الاسم نسبة الى الأميلوز (Amylose) الذي يعمل عليه والذي هو عباره عن نشا يحتوي على نوعين من سلاسل جزيئات الكلوكوز تسمى بالكلوكوسان (Glucosan) وهي عباره عن وحدات كلوكوز متصله ببعضها البعض بواسطة اصره تسمى الاصره الكليكوسيديه (Glycoside bond) والتي تكون مابين ذرة الكربون رقم (١) في جزيئة كلوكوز مع ذرة الكربون رقم (٦) في جزيئة كلوكوز اخرى وفي بعض المركبات نجد ان الاصره الكليكوسيديه تكون بين ذرة الكربون رقم (١) في جزيئة كلوكوز مع ذرة الكربون رقم (٦) في جزيئة كلوكوز اخرى ويسمى هذا المركب بالأميلوبكتين (Amylopectin) وتعمل كل انواع انزيم الاميليز على كسر هذه الاصره الموجوده في كل من الأميلوز او الاميلوبكتين ولذلك يطلق عليها (Glycoside Hydrolases)



Amylose

انواع انزيمات الأميليز Classification :

تقسم انزيمات الأميليز الى ثلاثة انواع رئيسيه وهي :

١) **الفا اميليز (α – Amylase)**
وهذا النوع هو الذي يكون موجود في جسم الانسان حيث يتم افرازه من قبل كل من البنكرياس بصوره رئيسيه وكذلك الغدد اللعابيه والكبد

٢) **بيتا اميليز (β – Amylase)**
ويوجد هذا النوع في بذور النباتات بصوره رئيسيه ولايوجد في جسم الانسان

٣) **كاما اميليز (γ- Amylase)**
ولا يوجد هذا النوع ايضا في جسم الانسان ويختلف هذا النوع من انزيم الأميليز عن باقي الانواع كونه يعمل في المحيط الحامضي (pH = 3)

التكوين الحياتي لأنزيم الأميليز Biosynthesis of α - Amylase :

يتكون انزيم الأميليز في ثلاثة اعضاء حيويه في جسم الانسان وهي :

١) **البنكرياس (Pancreas)**
ويعتبر المصدر الرئيس لافراز الاميليز حيث يتم انتاجه من قبل الخلايا العنقوديه البنكرياسيه (Acinar cells) ويتم نقله عبر القناة البنكرياسيه الى الاثنى عشر حيث يقوم بعمله كعامل مساعد في هضم المواد النشويه وتحويلها الى سكريات بسيطه .

٢) **الغدد اللعابيه (Salivary glands)**
وتفرز الغدد اللعابيه كميات فعالة من انزيم الاميليز حيث يتم نقله عبر القنوات اللعابيه الى الفم ويبادر في هضم المواد النشويه وهي لاتزال بالفم والمرئ

٣) **الكبد (Liver)**
يفرز الكبد كميات قليله وذات فعالية ضعيفه من انزيم الاميليز وقد تم التعرف على ذلك من خلال وجوده في مستخلص الكبد (Liver extract)

الخواص العامه لانزيم الأميليز General properties of Amylase :

١) يتميز انزيم الأميليز بصغر وزنه الجزيئي والذي يتراوح بين (40.000 – 50.000 Dalton) ولذلك فانه يمر عبر الكبيبات الكليويه بسهوله ويطرح مع الادرار بالحالات الطبيعيه
٢) تكون فاعلية انزيم الاميليز عند اقصى حدودها عند درجة حرارة ٣٧ درجه مئويه وتستمر فعاليته بالعمل وحتى ٥٠ درجه مئويه
٣) وتكون فعالية انزيم الأميليز عند التركيز الهيدروجيني (pH = 6.9 – 7.0) وتنخفض فعاليته تماما في المحيط الحامضي والقاعدي
٤) انزيم الأميليز يعتبر من الإنزيمات المعدنيه (Metalo – enzyme) حيث تتأثر فاعليته بوجود الايونات المعدنيه الموجبه وبصوره خاصه ايونات الكالسيوم (Ca^{++}) والتي تساعد على تكامل فاعليته كما لوحظ بأن انزيم الأميليز يبدي نشاطا ملحوظا في وجود مجموعه من الأيونات اللا عضويه السالبه مثل (HPO_4 , ClO_3 , NO_3 , Br , Cl)
٥) انزيم الأميليز ثابت تقريبا في درجة حرارة الغرفه حيث يبقى محافظا على نشاطه لمدة اسبوع ويمكن حفظه بالثلاجه لمدة شهرين دون ان يحدث اي تغير في فاعليته
٦) تتأثر فاعلية ونشاط انزيم الأميليز تأثرا كبيرا بكافة انواع مانعات التخثر عدا الهيبارين حيث تقوم بتثبيط فاعليته بما يتراوح بين ١٥% - ٢٠% ولذلك يجب اجراء التحليل المختبري للأميليز باستخدام مصل الدم اوبلازما الدم المحضره باستخدام الهيبارين حصرا
٧) توجد سبعة انواع من انزيم الأميليز موجوده في جسم الأنسان تختلف في شكلها الفراغي ولكنها تتشابه في عملها الوظيفي علما بان جميعها من النوع الفا (α – Amylase)

وحدة قياس انزيم الأميليز :

انزيم الأميليز شأنه شأن باقي الانزيمات تقاس فاعليته بوحدات عالميه خاصه وتسمى الوحده العالميه التي تقاس بها فاعلية انزيم الاميليز بوحده الأميليز (Amylase unit) وتعرف بانها الوحده التي تساوي كمية الاميليز التي تحلل ١٠ ملغم من النشا خلال ٣٠ دقيقه او التي تحلل ٥ ملغم من النشا خلال ١٥ دقيقه تحت ظروف التفاعل (٣٧ درجه مئويه و pH = 7.0)

ويستخدم في الوقت الحاضر وحده قياس تسمى (Somogyi unit) نسبة الى العالم الذي ابتكر طريقة التحليل المختبريه لقياس فاعلية انزيم الاميليز

وتعرف هذه الوحده بانها كمية أنزيم الأميليز التي تحلل ٥ ملغم من النشا خلال ١٠ دقيقه تحت ظروف التفاعل (٣٧ درجه مئويه و pH = 7.0)

الأهميه السريريه لانزيم الأميليز Clinical significance of Amylase :

Normal value of Amylase activity = 80 – 160 somogyi unit / 100 ml serum

انزيم الأميليز انزيم خارج خلوي اي عمله يكون خارج الخليه ولذلك فاننا سنجد حدوث ارتفاع وانخفاض في مستواه في مصل الدم في الحالات المرضيه ذات العلاقه بالانزيم وتتركز الأهميه السريريه لتعيين مستوى فاعلية إنزيم الأميليز في مصل الدم بصوره رئيسيه في تقييم الوظائف البنكرياسيه (pancreatic functions) ومن اهم الحالات المرضيه التي يستفاد من قياس فاعلية انزيم الاميليز في مصل الدم مايلي :

١) يرتفع مستوى انزيم الأميليز عن مستواه الطبيعي عند حدوث التهاب حاد في البنكرياس (Acute pancreatitis) حيث يكون هذا الارتفاع مؤقتا ويكون على اشده خلال مده تتراوح مابين ثمان ساعات من حدوث المرض وحتى اثنان وسبعون ساعه من بداية الشعور بالمرض ويصل تركيز الانزيم في مصل الدم الى قمة الارتفاع خلال ٢٤ ساعه الى ٣٠ ساعه من حدوث المرض حيث تصل مستوياته الى ٥٥٠ وحده وقد تصل الى ٢٠٠٠ وحده ويستمر الارتفاع عدة ايام ثم يبدأ في الانخفاض التدريجي حتى يعود الى مستواه الطبيعي ويعزى هذا الانخفاض الى قابلية ترشحه خلال الكليه ومن ثم طرحه مع البول ولهذا السبب ينصح باجراء التحليل المختبري باسرع ما يمكن حتى تكون له قيمه تشخيصيه .

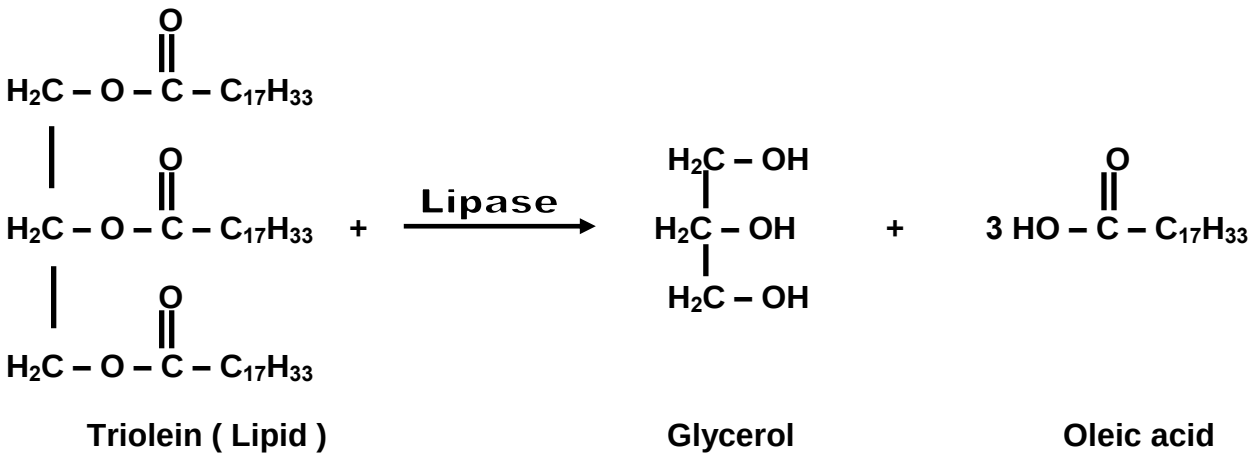
٢) يرتفع مستوى انزيم الاميليز في مصل الدم في حالة التهاب البنكرياس المزمن (Chronic pancreatitis) ولكن يكون ارتفاعه اقل بكثير من حالة التهاب البنكرياس الحاد ويعزى هذا الارتفاع الى تسرب الانزيم من قناة البنكرياس التي ربما تكون مسدوده الى الدوره الدمويه بدلا من صبه في الاثنى عشر

٣) يرتفع مستوى انزيم الاميليز في مصل الدم عند الاصابه بالنكاف (Mumps) وذلك نتيجة الانسداد الذي قد يحدث في القنوات اللعابيه نتيجة الورم النكافي مما يتسبب في انتقال الانزيم المفرز من قبل الغدد اللعابيه الى الدم حيث قد يصل مستوى فاعليته من (٢٠٠ وحده – ٦٠٠ وحده)

٤) لوحظ انخفاض مستوى فاعلية انزيم الاميليز في مصل الدم في الكثير من امراض الكبد مثل
- خراج الكبد (Liver Abscess)
- التهاب الكبد الحاد (Acute Hepatocellular damage)
- تليف الكبد (Liver cirrhosis)
- سرطان الكبد (Liver cancer)
- سرطان قناة الصفراء (Bile duct cancer)

إنزيم اللايبيز Lipase enzyme

وهو احد الانزيمات الحلمائيه (Hydrolases enzymes) التي تساعد على هضم الشحوم البسيطه التي تعتبر استرات الكليسرول للحوامض الدهنيه ذات السلاسل الطويله (Glycerol – esters of long chain fatty acids) حيث تحولها الى مركبات ابسط منها ضمن عمليات هضم الشحوم الاساسيه التي تحدث في الامعاء الدقيقه والتي ينتج عنها حامض الأوليك بصوره عامه (Oleic acid)



Triolein (Lipid) Glycerol Oleic acid

مصادر اللايبيز (Origin of Lipase) :

يفرز انزيم اللايبيز من خلايا البنكرياس العنقوديه (Pancreatic Acinar Cells) حيث يحفظ فيها على صورة حبيبات متخمره (Zymogen granules) والتي تنطلق عند الحاجه اليها وضمن محتويات السائل البنكرياسي والذي يحتوي على ايونات البيكربونات القاعديه (HCO_3^-) لتصب في الأثني عشر وذلك عن طريق القناة البنكرياسيه

ويكون مصب قناة البنكرياس مشتركا مع مصب القناة الصفراويه والتي تحمل مكونات الصفراء القادمه من كيس الصفراء والتي تعمل على تحويل المركبات الدهنيه القادمه مع الغذاء الى مستحلب دهني ينتشر في وسط مائي حتى يتمكن انزيم اللايبيز من العمل عليه بسهوله وكذلك فان مادة الصفراء تعمل على الحفاظ على انزيم اللايبيز من التحلل (Denaturation)

خواص انزيم اللايبيز (Properties of Lipase enzyme) :

١) تكون فعالية انزيم اللايبيز في افضل حالاتها عند درجة حراره ٣٧ درجه مئويه وعند تركيز هيدروجيني (pH= 8.2)
٢) تنشط فعالية انزيم اللايبيز بوجود املاح الصفراء والألبومين وايونات الكالسيوم (Ca^{++})
٣) تنشط فعالية انزيم اللايبيز بوجود املاح الهيبوكلوبين ولذلك يجب مراعاة استخدام مصل الدم الخالي تماما من اي تحلل دموي (Hemolysis) والذي يؤدي الى قياس خاطئ لفعالية الانزيم حيث تكون اعلى من قيمتها الفعليه
٤) يعتبر انزيم اللايبيز من الانزيمات الثابته حيث يمكن ان يحافظ على قيمة فعاليته في مصل الدم لمدة اسبوع في درجة حرارة الغرفه ولثلاث اسابيع عند حفظ مصل الدم في الثلاجه ولعدة اشهر عند حفظ المصل بالمجمده دون اي تغيير يذكر في فعاليته
٥) يوجد في مصل الدم عدد من الانزيمات شبيهة اللايبيز (Isoenzymes) والتي تعمل على نفس مادة الاساس

الأهميه السريريه لأنزيم اللايبيز (Clinical significance) :

Normal value of Lipase enzyme activity = 0 – 1.5 Cherry – Grandall unit / 1 ml serum

قياس فعالية انزيم اللايبيز في مصل الدم لها نفس الاهميه السريريه لانزيم الأميليز حيث ان كلاهما لهما علاقه مباشره بالتهاب البنكرياس الحاد (Acute pancreatitis) حيث يلاحظ ارتفاع في فعالية كلا الانزيمين وقد لوحظ ان الارتفاع الحاصل في انزيم الاميليز سرعان ما ينخفض الى مستواه الطبيعي في غضون ثلاثة ايام من بداية الاصابه بينما يستمر الارتفاع في مستوى فاعلية انزيم اللايبيز تستمر بالارتفاع وتبقى اعلى من مستوياتها الطبيعيه لمدة سبعة ايام او اكثر ولذلك فان قياس مستوى فاعلية انزيم اللايبيز تحمل اهميه سريريه كبيره خاصة اذا ما تم سحب مصل الدم من المريض بعد اكثر من ثلاثة ايام من حدوث الاصابه

وتفسر الزياده التي تحدث في مستوى فاعلية انزيم اللايبيز عن مستوياتها الطبيعيه في مصل دم المرضى المصابين بالتهاب البنكرياس الحاد الى الاسباب التاليه :

١) حدوث الامتصاص المباشر للانزيم من الخلايا التالفه نتيجة الالتهاب الى الدوره الدمويه
٢) حدوث الامتصاص لانزيم اللايبيز من القنوات البنكرياسيه الصغيره الى الدوره الدمويه نتيجة الانسداد الذي يحدث في قناة البنكرياس الرئيسيه نتيجة الالتهاب

وفيما ادناه اهم الحالات السريريه التي يصاحبها ارتفاع او انخفاض في مستوى فاعلية انزيم اللايبيز في مصل الدم

الحالات السريريه التي يصاحبها ارتفاع في فاعلية انزيم اللايبيز في مصل الدم عن مستواه الطبيعي :

١) التهاب البنكرياس الحاد (Acute pancreatitis)
٢) انسداد الأمعاء (Intestinal Obstruction)
٣) سرطان البنكرياس (Carcinoma of pancreas)
٤) انسداد قناة البنكرياس نتيجة حصوه او ورم سرطاني (Pancreatic duct obstruction)
٥) الاضطرابات الكبديه (Liver disorders)
٦) الاضطرابات الكليويه (Kidney disorders)

الحالات السريريه التي يصاحبها انخفاض في فاعلية انزيم اللايبيز في مصل الدم عن مستواه الطبيعي :

١) امراض الكبد الصفراويه (Hepatobiliary disorders)
٢) سوء التغذيه بالبروتينات (Protein malnutrition)
٣) تصلب الشرايين (Arteriosclerosis)
٤) التليف الكيسي (Cystic fibrosis)
٥) بعض الامراض الوراثيه (Hereditary diseases)

وحدة قياس فاعلية انزيم اللايبيز :

وتسمى وحدة قياس فاعلية انزيم اللايبيز (Cherry – Grandall unit) نسبة الى العالميين الذان ابتكرا طريقة تقدير فاعلية انزيم اللايبيز في مصل الدم والتي تسمى ايضا باسميهما

وتعرف على انها كمية الانزيم التي تحرر حامضا يكافئ مل واحد من محلول هيدروكسيد الصوديوم ذو تركيز ٥٠ ميكرومول (0.05 N – NaOH)

الفصل العاشر

الفيتامينات

الفيتامينات Vitamins

لم يكن يخطر للأطباء * في مرحلة معينة * ان بعض مظاهر الضعف والمرض التي يرونها في مرضاهم لا تعود الى مرض معين من الأمراض المعروفة، وانما الى نقص في عنصر ما أو اكثر من العناصر الغذائية التي تزود الجسم بحاجته من أسباب الحياة.

هذه العناصر التي نسميها اليوم بالفيتامينات تلعب دوراً هاماً في الحفاظ على صحة الانسان وتساعد على استخلاص ما في الغذاء من قدرة وحيوية تختزن داخل الجسم لحين العوز وقد لا تظهر عوارض العوز الا بعد مضي أسابيع أو أشهر .

والفيتامينات هي مواد عضوية أساسية لحياة الإنسان وسلامة صحته، ولكن الجسم لا يستطيع أن يصنعها لنفسه ولهذا فلابد من تزويده بها عن طريق الغذاء ويمكن اللجوء إلى تزويده بها بالعقاقير المحتوية عليها عندما يكون الغذاء مفتقراً أو للعلاج من الأمراض الناتجة عن نقصها.

ويرجع ظهور الفيتامينات في عالم التغذية إلى الفترة الواقعة بين عامي ١٨٢٠-١٩١٠ عندما أتضح للعلماء أن أمراض البري بري والإسقربوط والكساح ما هي الا أمراض تولدت عن سوء التغذية من نقص مواد معينة وقد قام العالم الأميركي البولندي الأصل Casimir Funk بإطلاق تسمية فيتامينات على هذه العناصر. والكلمة مشتقة من كلمتين لاتينيتين هما vita وتعني الحياة وamine التي ترمز للمركبات التي تحتوي على نيتروجين. ولاحقاً تمّ الاكتشاف بأن النيتروجين ليس موجوداً في جميع الفيتامينات ولكن لم يتغير الاسم نظراً لانتشار استعماله.

وتشتهر الفيتامينات برموز خاصة أعطيت لها منذ أن اكتشفت لأول مرة في سنة ١٩١٢، ولكن بعد أن تمكن الباحثون من عزل بعضها عن بعض وعرفوا تركيبها الكيميائي أصبحت تسمياتها الصحيحة هي التسميات المبنية على هذا التركيب، ومع ذلك فما زالت الحروف التي اشتهرت بها هي الأكثر استخداما حتى الآن .

ولا تعتبر الفيتامينات مواد غذائية بمعنى الكلمة، إذ أنها لا تعطي للجسم أي طاقة أو سعرات حرارية ومع ذلك فإن وجودها أساسي لتنظيم عمليات التمثيل الغذائي .

تشارك الفيتامينات في التفاعلات الكيميائية الحيوية التي تقوم بتحويل الطعام الى طاقة وهي تعتبر أساسية لاستمرار الوظائف المختلفة للجسم ولبناء أنسجة جديدة.

ونقص الفيتامينات على المدى الطويل يسبب اعتلالات صحية ممكن أن تؤدي الى الوفاة في الحالات الشديدة جداً.

فالفيتامين A مثلاً ضروري لحماية الطبقة الخارجية للجسم، ولمحاربة الأكسدة ولتقوية النظر. والفيتامين C نحتاجه لمحاربة الأكسدة والميكروبات، ولحماية البشرة، ولتفعيل النشاط الجنسي. اما فيتامين B12 فهو ضروري لعمل الجهاز العصبي وخلايا الدم (الكريات الحمراء) ولوظيفة الكبد...

يعتبر بيتا كاروتين مصدراً للفيتامين A وهو موجود في الطعام النباتي، وفي الفواكه والخضروات التي تعطي اللون البرتقالي والأصفر المميزين ويطلق على البيتا كاروتين أحياناً إسم بروفيتامين A (أو ما قبل فيتامين A) لأنه يتحوّل الى يُمَيَي في الجسم.

ما هي نتائج الافراط في تناول الفيتامين؟

* لكل جسم حاجاته لأنواع الفيتامينات التي تعتبر أساسية لصحة أفضل. تخطي الكمية المطلوبة قد يكون ملائماً احياناً، تبعاً لحالة الشخص ولنوع الفيتامين. مثلاً: الفيتامين حاجة الجسم منه ٦٦ ملغ في اليوم، اما في حالة الرشح الشديد، الالتهاب، فقد نحتاج الى ١٠٠٠ ملغ في اليوم. لكن هذا الامر لا يطبّق على جميع الفيتامينات لأن بعضها كالفيتامين A و D قد يشكّل خطراً على المدى البعيد إذا أفرطنا في تناولها وتعدّت الكمية ضعف الحاجة اليومية. بشكل عام، فإن الإفراط في تناول الفيتامينات قد يؤدي، على المدى البعيد، الى عواقب صحية غير حميدة.

تصنيف الفيتامينات Classification of Vitamines :

تصنف الفيتامينات إلى مجموعتين وهما :

المجموعة الأولى الفيتامينات الذوابة في الدهون

وهي أربع فيتامينات وهي A و D و E و K

المجموعة الثانية الفيتامينات الذوابة في الماء وهي

B1 , B2 , B3 . B5 , B6 . B8 , B9 , B10 , B12 , C

أولا مجموعة الفيتامينات الذوابه بالدهون :

فيتامين أ Vitamine A

فيتامين أي هو عائلة من مركبات قابلة للذوبان في الدهون و التي تلعب دورا مهما في الرؤية نمو العظم الإنجاب الإنقسام الخلوي والتفاضل الخلوي (و الذي تصبح بواسطته الخلية جزء من الدماغ، أو عضلة، أو الرئتين، الخ.).

وهو ضروري للرؤية في الظلام ولنمو الأغشية المخاطية ويؤدي نقصه إلى العمى الليلي كما تضعف الأغشية المخاطية فتضعف مقاومتها للإصابة الجرثومية الأمر الذي يؤدي إلى الرمد الجاف وهو تقرن نسيج العين الذي قد يفضي إلى العمى كما يؤدي إلى التهاب المجاري التنفسية والبولية والتناسلية والتهاب اللثة والجلد الذي يصبح خشنا جافا.

يساعد فيتامين A على تنظيم نظام المناعة الذي يساعد على منع أَو صد الإصابات و ذلك بإنتاج خلايا الدم البيضاء التي تحطم البكتيريا و الفيروسات الضارة. فيتامين A أيضا تساعد الخلايا اللمفية على محاربة الإلتهابات بكفاءة أفضل.
يهييء فيتامين A البطانات السطحية الصحّية للعيون و أنظمة التنفس والتبول والمناطق المعوية . عندما تحطم هذه البطانات يصبح دخول البكتيريا للجسم والتسبب بالعدوى أسهل. يساعد فيتامين A على الحفاظ على سلامة الجلد أيضا و الأغشية المخاطية و التي تعمل أيضا كمانع للبكتيريا والفيروسات.

مصادر فيتامين A :

الريتينول (Retinol)

هو الشكل الأنشط، والأكثر إستعمالا من أشكال فيتامين A ويوجد في الطعام الحيواني مثل الكبد والحليب الكامل . بينما الحليب الخالي من الدهن والحليب المجفّف يجب أن يزوّد بفيتامين A لتعويض الكمية التي فقدت بعملية إزالة الدهن .

ويدعى الريتينول أيضا فيتامين A المُشكّل و ذلك لكونه يمكن أن يحول إلى حمض ريتينال (Retinal) أو ريتينويك (Retinoic) و هي أشكل مختلفة نشيطة لعائلة فيتامين A .

بروفايتمين A الكاروتيني Provitamin A Carotenoids

توجد في الأطعمة النباتية مركبات كاروتينبه توجد في الثمارِ والخضراوات ذات الألوان الداكنة ويوجد ٥٦٣ نوع من اهمها

١) كاروتين بيتا (beta-carotene)
٢) كاروتين ألفا (alpha-carotene) ,
٣) لوتين (lutein)
٤) زياكسنثين (zeaxanthin)
٥) لايكوبين (lycopene)
٦) كرايبتوكسانثين (cryptoxanthin) .

وقد وجد ان اقل من ١٠% من هذه الكاروتينات تنتج فيتامين A ومن الكاروتينات الشائعة في الغذاء والتي تنتج فيتامين A هي كاروتين بيتا التي تتحول بكفاءة عالية جدا إلى الريتينول بينما كاروتين ألفا وكرايبتوكسانثين يحوّلان أيضا إلى فيتامين A لكن بنصف كفاءة كاروتين بيتا. بينما كاروتينات اللايكوبين , لوتين، وزياكسنثين لاتتحول الى فيتامين A إلا أن لها فوائد صحية أخرى ثبت أنها تعمل كمانعات تأكسد

الأغذية التي تعتبر مصدر لهذا الفيتامين هي الزبده والقشدة والحليب والجبن وزيت كبد السمك ومح البيض والنخاع والجزر النيئ والسبانخ و يحتاج الجسم يوميا إلى ٥٠٠٠ وحدة دولية تزداد أثناء الحمل والرضاعة

إن إعطاء جرعات كبيرة ولمدة طويلة من فيتامين A وفي غياب النقص يؤدي إلى تغيرات مرضية في العظام والجلد والشعر والأغشية المخاطية والكبد والجهاز العصبي تشمل أعراضها الضعف والوهن وفقد الشهية والقيء والصداع والاضطراب النفسي وتأخر النمو وتشقق الشفتين وجفاف الجلد والصلع وتضخم الكبد واليرقان.

نقص فيتامين A :

قد يتسبب نقص فيتامين A بالحالات المرضيه التاليه

١) العشو أو العشى الليلي هو واحد من أول إشارات نقص فيتامين A والذي يؤدي الى جفاف القرنية و تدمير شبكية العين والقرنية وكان من المعروف في مصر القديمة، بأنّ العشو الليلي يمكن أن يعالج بأكل الكبد و الذي هو مصدر غني بالفيتامين وبالطبع لم يعرف المصريون هذا التعليل.

٢) نقص فيتامين A يقلل من القدرة على مقاومة الإلتهابات. ففي البلدان التي تعاني من إنتشار نقص الفيتامين A يموت ملايين الأطفال سنويا بسبب مضاعفات الأمراضِ المعدية مثل الحصبة.
٣) في الأفراد الذين يعانون من نقص فيتامين A، تفقد الخلايا التي تبطن الرئتين القدرة على إزالة الكائنات الحيّة مجهرية التي تسبب المرض. هذا الأمر قد يساهم بالإصابة بذات الرئة المرتبطة بنقصِ فيتامين A
٤) هناك إهتمام متزايد في الأشكال السريرية الفرعية من نقص فيتامين A و التي توصف كمستويات خزن منخفضة من فيتامين A التي لا تسبّب أعراض النقص العلنية. ولكنها قد تزيد من خطر إصابة الأطفال بإمراض تنفسية، أو نقصان معدل النمو لديهم، بطئ تطور الجهاز العظمي لديهم، و تقليل فرص النجاة من الأمراض الخطيرة.

فيتامين د Vitamine D

هو منظّم الجسم الأساسي لتوازن الكالسيوم حيث يساعد على تزويد العظم بالمعادن وتطوير الهيكل العظمي كما يزيد من قوة جهاز المناعة حيث أظهر فيتامين D قدرته على توفير الحماية من أمراض المناعة كالتهاب المفاصل المناعي تصلّب الأنسجة المتعدّد، وسكّري الأطفال . ويحول دون ظهور بعض أنواع سرطان الجهاز الهضمي كما يساعد فيتامين D الجسم على الحفاظ على مستويات الأنسولين الضرورية في الدم .

ويؤدي نقصه عند الأطفال إلى الإصابة بمرض الكساح وتسوس الأسنان ومشاكل تكلّس العظام عند الكبار واللافت أن الجسم يؤلف هذا الفيتامين عند التعرض لأشعة الشمس . . تقدر الحاجة اليومية له بمقدار ٢.٥ ميكروغرام وتزداد الحاجة أثناء فترة الحمل والإرضاع والإسهال المستمر ويعطى بمقدار ٠.١٢٥ - ١.٢٥ ملغم يوميا كوقاية من داء الكساح

إعطاء الفيتامين D بجرعات كبيرة ولمدة طويلة يؤدي إلى الاضطرابات المعدية المعوية كفقد الشهية والغثيان والقيء والإسهال والتعرق الزائد والعطش الشديد والصداع والدوار وزوال الكلس والفسفور من العظام الذي يفضي إلى الكسور المتعددة عند اقل رضه وترسب الكلس في الشرايين والكلى الأمر الذي قد يؤدي إلى ارتفاع ضغط الدم والقصور الكلوي.

فيتامين إي Vitamine E :

قد يكون الفيتامين E الأفعل في محاربة التأكسد بين كل أنواع الفيتامينات . فهو يحفز جهاز المناعة ويحول دون حصول بعض الأمراض، مثل السرطان والأمراض القلبية الوعائية. يحتاج الشاب إلى ١٢ مليغراماً كل يوم فيما يحتاج الكبار في السن إلى ٢٠ مليغراماً.

يوجد فيتامين و في زيوت الصويا والفول السوداني وجنين القمح وجنين الرز وبذور القطن والزيتون والذرة كما يوجد في الخضراوات الورقية الخضراء كالخس واللهانه وفي الكبد والقلب والطحال إن انتشاره الواسع في الأغذية يجعل من الصعوبة بمكان حصول نقصه إلا عند وجود خلل في امتصاصه من الأمعاء . علماً أن هذا الفيتامين لا يفقد الكثير من مزاياه أثناء الطهو.

يستعمل فيتامين E في معالجة سوء تغذية العضلات والإجهاض المتكرر والعقم والأمراض القلبية الوعائية كما يفيد في معالجة فقر الدم الانحلالي عند الرضع . وقد تؤدي الجرعات الكبيرة منه إلى الاضطراب الهضمي والضعف والوهن .

فيتامين ك Vitamine K

يسمى فيتامين الجلطه الدمويه المضاد للنزف . هذا الفيتامين يحثّ الكبد على افراز الماده الضروريه لتخثر الدم (Prothrombin) وهو يعيق النزف ويكافح التسوس في الأسنان والطريف ان البكتيريا الموجودة في الامعاء تنتج فيتامين K بشكل طبيعي و لذلك لا يتعرض معظم البالغين لأخطار نقص فيتامين K

الفينامينات التي تنتمي إلى مجموعة K هي مركبات النافثوكينون (Naphthoquinine) .

المركب الأب لممجوعة كي هو الميناديون menadione (Vitamine K3) وعن طريق إضافة مجموعة الألكيل يتحول إلى الميناكينون menaquinone (Vitamine k2) . الصيغة الرئيسية لفيتامين K في النباتات هي الفيلوكينون (Phylloquinone) . وهو يصنع في الأمعاء بواسطة البكتريا المعوية.

فيتامين K يحتاج إلى امتصاص سليم للدهون حيث أن مشتقات الفيتامين الموجودة طبيعياً تمتص فقط في وجود أملاح الصفراء. الميناديون فقط هو الذي يمكن امتصاصه في غياب أملاح الصفراء لأنه قابل للذوبان في الماء. وتخزين فيتامين K في الكبد محدود ويقل تركيزه بسرعة.

إن الفيتامينK1 موجود بشكل أساسي في الخضراوات الخضراء مثل السبانغ، السلق، الهانه ، الشلغم، القرنبيط وبراعم بروكسل بعض الفواكه مثل الأفوكادو والكيوي تحتوي على نسبة مرتفعة من الفيتامين ك. بعض الزيوت النباتية وفول الصويا تحتوي على الفيتامين ك ولكن بنسبة تتطلّب تناول كميات كبيرة للوصول إلى توصيات الوزارة الزراعية الأميركية

أهميته الحيوية

١) يساعد في تصنيع مجموعة البروثرومبين prothrombin group من عوامل التخثر (العوامل ٢ و ٧و٩ و١٠) في الكبد من بروتينات سابقة غير نشطة inactive precursor proteins
٢) فيتامين كي يعمل كعامل مساعد في إضافة الكربوكسيل carboxylation إلى الكلوتامات في البروتينات المسئولة عن الآتي:
- تجلط الدم (مجوعة البروثرومبين وبروتين C وبروتين S وبروتين Z).
- تكوين العظام (إضافة الكربوكسيل إلى الأوستيوكالسين osteocalcin).

وتحدث تفاعلات إضافة الكربوكسيل في الشبكة الاندوبلازمية endoplasmic reticulum في الخلايا وتحتاج إلى أكسجين وثاني أكسيد الكربون وفيتامين K المختزَل . وهناك دورة في الشبكة الاندوبلازمية في خلايا الكبد لتجديد فيتامين K المختزَل. وتثبط مشتقات الكومارين coumarin derivatives مثل الدايكيوماروول dicumarol والوارفارين warfarin دورة تجديد فيتامين K في الكبد.

الآثار الجانبية لنقص فيتامين كى:

يحدث عادةً في حالات ضعف امتصاص الدهون مثل البراز الدهني steatorrhea وضمور الأغشية المخاطية المعوية وأمراض الصفراء والبنكرياس وعقم الأمعاء (خلوها من البكتريا المعوية) مثل حالات العلاج بالمضادات الحيوية لمدة طويلة أو في المواليد الجدد حالات النزف

الآثار الجانبية لزيادة فيتامين كي:

زيادة فيتامين كي قد تسبب الصفراء والأنيميا التحللية **hemolytic anemia** وزيادة البيليروبين في الدم **hyperbilirubinemia** وهذه الزيادة أيضاً تبطل مفعول مضادات التجلط **anticoagulants** المأخوذة عن طريق الفم

نزيف نقص فيتامين K عند الاطفال حديثي الولاده :

هي حالة نادرة تمثل اضطراباً قد يؤدي الى نزيف من الانف و الفم او داخل الدماغ ، وهناك ثلاثة انواع من هذا النزيف

١) النزيف النادر : وهو نادر جداً و يصاب به طفل من كل ١٠ آلاف ويحدث خلال ٢٤ ساعة من الولادة و يسببه النقص الشديد في انتقال فيتامين K عبر جدار المشيمة الى الجنين أثناء الحمل .
٢) النوع الكلاسيكي : هو اكثر شيوعاً في فترة تتراوح بين يومين الى سبعة ايام بعد الولادة و يشيع بصورة اكبر لدى الاطفال الذين يتغذون على حليب الثدي حيث إن الانواع الصناعية مضاف اليها فيتامين K اما حليب ثدي الام فيعتبر فيتامين K فيه قليل نسبياً (ولكن هذا لا يعني ان نهمل رضاعة الاطفال من حليب الثدي فهو الافضل دائما) .
٣) النوع المتأخر : هو النوع الذي يحدث بعد اسبوعين من الولادة و يشيع لدى الاطفال الذين يعانون من " التليف الكيسي " او التهاب الكبد او الاسهال المستمر و غيرها من الحالات المؤثرة على امتصاص المغذيات .

و في كثير من الاحيان تكون هناك علامات ظاهرة على هذا الاضطراب مثل نزيف بسيط في الانف او الفم ، او نزيف داخلي تلقائي تحت الجلد ، في الدماغ او في الامعاء و اذا لم يتم اكتشافه يحدث تلفاً في الدماغ او يصل الامر الى الوفاة .

ويجب اعطاء فيتامين K للطفل حديث الولادة في الساعات الأولى التي تعقب الوضع و تختلف الطريقة في المستشفيات بعضها يعطيه من خلال الفم و الاخرى من خلال الحقن .

و تعتبر الحقن هي الوسيلة الأنجح حيث توفر الحماية في جرعة منفردة و طويلة المفعول ، أما أسلوب الفم فيعطى الطفل على ثلاث جرعات منفصلة ، واحدة عند الولادة و بعد ثلاثة الى خمسة ايام و الثالثة بعد اكتمال ٤ اسابيع من عمر المولود .

هذه الجرعات المتعاقبة ضرورية و اهمال أي منها يعرض الطفل للمخاطر ، و على الأم اخبار الطبيب عن موقف رضاعة الطفل هل من ثدي الام او بالالبان الصناعية ، حيث إن الجرعة قد تتغير تبعاً لكل حالة رضاعة .

وفي فترة السبعينات اعتقد بعض الباحثين ان هناك ارتباطا بين الاطفال الذين حصلوا على حقن فيتامين K عند الولادة بأن تتطور لديهم لاحقاً سرطان الدم و لكن الدراسات اللاحقة أثبتت خطأ هذه الفكرة و أثبتت أنه لا مجال لزيادة مخاطر السرطان بما فيها سرطان الدم لدى حديثى الولادة الذين يتناولون فيتامين K .

ولا يزال الجدل يدور بين الخبراء عن أسباب نقص فيتامين K لدى الاطفال حديثي الولادة و مدى مقارنته بمعدلات فيتامين K لدى البالغين ، و مع ذلك يستمر الجدل قائماً ولم تعرف الاسباب بعد ، و لعل الابحاث تصل بنا الى إجابة شافية يقتنع بها الجميع .

مجموعة الفيتامينات التي تذوب في الماء

فيتامين ب المركب Vitamine B compound

تشير هذه العبارة إلى مجموعة الفيتامينات التي تتواجد في الأغذية مع بعضها ومن أغنى الأغذية بها الكبد والخميرة وقشر الرز وجنين القمح وهناك كثير من المستحضرات التي تحوي بعض أو جميع مجموعة فيتامين B المركب تختلف عن بعضها في محتوياتها وكمياتها وتستعمل في الوقاية ومعالجة حالات نقص مجموعة فيتامين B كما يحدث أثناء المرض وبعد العمليات الجراحية وخاصة عمليات الجهاز الهضمي ومن أعراض هذا النقص فقد الشهية والغثيان والقيء ولذعة اللسان والصداع والتوتر العصبي والاكتئاب والضعف وقروح الفم واللسان والحرقة والحكة في العينين..

فيتامين B1 الثيامين (Thiamin):

الثيامين (thiamin) هو الأسم العلمي لما كان يعرف سابقا بفيتامين B1 ويجب عدم الخلط بينه وبين الثايمين (thymine) وهو قاعدة نيتروجينية.

و يوجد هذا الفيتامين في معظم الأغذية الطبيعية إلا إن أغناها به أجنة الحبوب المختلفة والحليب والبيض وقشر الرز و الخبز الكامل وقشر القمح والعدس والحمص وفي العنب والخوخ ويخلو منه الخبز الأبيض والموز والعسل والرز المقشور وتقدر الحاجة اليومية الطبيعية بحوالي ١-٢ ملغم وتزداد أثناء النمو والحمل والإرضاع والمرض والعمل العضلي.

وهو أحد فيتامينات B المركبة القابلة للذوبان في الماء. الثيامين تم عزله و التعرف على تركيبه الكيميائي في عشرينات القرن العشرين حيث كان من أوائل المركبات العضويه التي صنفت على أنها من الفيتامينات.

الثيامين مهم جدا للقيام بالعديد من المهام الحيوية في الجسم، ومنها :

* الجهاز العصبي وأداء العضلات

* تدفق المنحلات الكهربائية من و الى الخلايا العصبيه والعضليه (من خلال القنوات الأيونية)

* عمليات الانزيمات المختلفة (من خلال كونزيم بيروفوسفيت الثيامين Thiamin pyrophosphate coenzyme)

* ايض الكربوهيدرات

* انتاج حمض الهيدروكلوريك (الضروري لعملية الهضم).

و عادة ماتكون كمية الثيامين المخزنه بالجسم ضئيلة جدا والتي يمكن ان يحدث استنزاف سريع لها لا يتعدى ١٤ يوما.

والثيامين النشط هو ثيامين ثنائي الفوسفات وهو يعمل كمرافق إنزيم (Coenzyme) في

١) عمليات نزع الكربوكسيل (في البيروفات pyruvate والكيتوكلوتارات ketoglutarate)
٢) عمليات إضافة الكيتول (transketolation pathways) في أيض الكربوهيدرات
٣) وربما في عمليات التوصيل العصبي (حيث ان الفيتامين ضروري لتكوين الأسيتيل كولين).

نقص الثيامين :

من أعراض نقص هذا الفيتامين فقد الشهية والضعف البصري والأرق والتهاب الأعصاب وعسر التنفس والاضطرابات المعدية المعوية وإسراع القلب وقابلية التهيج.

والنقص الحاد و المزمن للثيامين يؤدي الي مضاعفات قد تشكل خطورة بالغة علي الجهاز العصبي والمخ والعضلات والقلب والمعده والامعاء. تم تسجيل اثار نقص الثيامين منذ ٢٦٠٠ سنه قبل الميلاد في النصوص الصينيه القديمة، حيث إطلق عليها وقتها عباره "البري بري".

البري بري تم تقسيمها الى انواع فرعيه ثلاثه :

*** البري بري الجاف و يشير الى مضاعفات عصبية عضلية مثل مرض العصاب الطرفيه و الضعف.**

*** البري بري الرطب و يشير الى مضاعفات مثل الفشل في عضلة القلب القلب (البري بري من نوع شوشين)**

*** البري بري الدماغيه يشير الى مضاعفات الجهاز العصبي المركزي (الدماغ) مثل متلازمه التلف الدماغي (Wernicke's encephalopathy)، حركات عين غير إعتيادية/ الاختلال العقلي، او بله كورساكوف (Korsakoff syndrome)، الفتور والارتباك والعجز الشديد في الذاكره والنسيان و عدم القدرة على التعلم. وربما يؤدي نقص الثيامين إلى اتحاد المرضين السابقين معاً فيما يعرف بمتلازمة فيرنيك-كورساكوف.**

ويرتبط مرض البري بري في الشرق بالأغذية الفقيرة في الثيامين الغنية بالكربوهيدرات مثل الأرز المقشور ولذلك فهو مستوطن في اندونيسيا وبعض أجزاء آسيا. وهو يؤثر على الجهاز الدوري والعضلي والعصبي والهضمي. الأعراض المبكرة للبري بري تشمل الإجهاد والدوار وفقدان الشهية وضعف التركيز الذهني وأمراض الأعصاب الطرفية. وقد حدثت الحالات الوحيدة المعروفة من زيادة الثيامين عن طريق الحقن بالثيامين.

والأفراد الذين قد يكونوا في خطر نقص الثيامين هم:

- **مدمني الكحول**
- **المرضي الذين يتلقون تغذيه بالحقن (تغذية مجموع بارينتيرال) لاكثر من ٧ ايام بدون وجود الفيتامينات أو الثيامين .**
- **مرضى الغسيل الكلوي.**
- **ا لغذاء غير المتوازن**
- **المصابون بالإسهال المزمن**
- **أثناء الحمل الذي يصحبه غثيان واقياء**

فيتامين B2 (Riboflavine) :

الرايبوفلافين أو فيتامين بي٢ و هو فيتامين قابل للذوبان في الماء من مجموعة فيتامينات بي .

يوجد هذا الفيتامين في معظم الأغذية النباتية والحيوانية إلا إن أغناها به الكبد والكلى والقلب والجبن والحليب والبيض ويتوفر قليل منه في الحبوب والخضار . ويجب الحذر من تخزين الغذاء في أواني زجاجية معرضة للشمس و ذلك لكون فيتامين بي ٢ يفكك بسبب التعرض الى الضوء.

وهذا الفيتامين مهم لنمو الجسم و انتاج خلايا الدم الحمراء ، ويساعد علي اطلاق الطاقه من الكربوهيدرات. وهو مهم لإنتاج الطاقة ووظائف الإنزيمات وتكوين الأحماض الأمينية والدهنية وإنتاج الجلوتاثيون وهو كاسح للشوارد الحرة Free Radicals.

الآثار الجانبية :

نقص فيتامين بي ٢ غير منتشر في دول العالم المتقدم و ذلك بسبب إضافته بكميات كبيره الى المواد الغذائيه.

يؤدي نقصه عند الإنسان إلى اضطرابات مختلفة تتجلى بجميع الأعراض التالية التهاب زوايا الفم والتهاب اللسان وتقرح الشفتين والسيلان الدهني وبعض الظواهر البصرية كالحكة في العينين والخوف من الضوء والتهاب الملتحمة وبروز أوعية العين

نقص الرايبوفلافين يضعف نشاط الإنزيمات الفلافوبروتينية المشاركة في أيض الحيوانات الثديية مثل إنزيم ألفا أمينو أسيد أوكسيديز alpha amino acid oxidase في عمليات نزع مجموعة الأمين من الأحماض الأمينية وإنزيم زانثين أوكسيديز xanthine oxidase في تحلل البيورين وسوكسينات ديهيدروجينيز succinate dehydrogenase في دورة حمض الستريك.

واعراض النقص الشديد تظهر على شكل التهاب الحنجرة، التهاب الفم والاغشيه المخاطية و القرح الجلديه في الشفاة، فقر الدم، والإضطرابات الجلديه، احتقان الصلبة (في العين) وحساسية الضوء مع ضعف النشاط البصري. كما أن نقص الرايبوفلافين يكون مصحوباً عادةً بالبلاجرا. ولا يوجد تأثير سمي معروف للفيتامين لانه من الفيتامينات القابلة للذوبان في الماء و أي كمية زائدة تخرج من الجسم عن طريق البول

محاذير الإستعمال :

يجب الحذر من سوء إستهلاك فيتامين بي٢ في الحالات التالية:

*** الحساسية**

*** الحمل - من الاهميه بمكان ان تحظي الأم الحامل بكم كاف من الفيتامينات والإستمرار بالحصول علي كمية الفيتامينات الصحيحة طوال فتره الحمل. نمو وتطور الجنين يتوقف علي استمرار توفر المغذيات من الام. إلا أن الحصول على جرعات عالية جدا أثناء الحمل قد يشكل خطرا علي الام و/او الجنين.**

*** الرضاعه الطبيعيه ، من الاهميه أيضا الحصول علي كمية الفيتامينات الكافيه لضمان حصول الرضيع على حاجته ايضا من الفيتامينات اللازمه لينمو بشكل صحيح. إستهلاك كميات كبيره من الفيتامين أثناء فترة الرضاعه الطبيعيه قد يشكل خطرا علي صحه الام و/او الطفل.**

فيتامين B3 (Niasine) :

النایاسین هو اسم لحمض النیکوتینیك والنیکوتیناميد وكلاهما مصدر لفيتامين ب B3 في الغذاء.

ويمكن الحصول على فيتامين بي٣ في الأغذية التالية: الخضراوات الورقية والطماطم والجزر والتمر واللحوم الحمراء واللبن والبيض والأسماك والدواجن.

أهميته الحيوية :

الصورة النشطة من النایاسین هي الأدينين ثنائي النيوكليوتيد (NAD^+) والأدينين ثنائي النيوكليوتيد فوسفات (+NADP) الموجودان في السيتوسول cytosol في معظم الخلايا (وهو الجزء من السيتوبلازم الخالي من العضيات) ويلعبان دور مهم كعوامل مساعدة للعديد من الإنزيمات النازعة للهيدروجين في السيتوسول والميتوكوندريا. وهذه الإنزيمات مثل لاكتات ديهيدروجينيز lactate dehydrogenase ومالات ديهيدروجينيز malate dehydrogenase أساسية في أيض اللبيدات والكربوهيدرات والأحماض الأمينية

يمكن تصنيع النایاسین من الحمض الأميني الأساسي تربتوفان (Tryptophan) بنسبة ١ ملليجرام نایاسین لكل ٦٠ ملليجرام تربتوفان بالعديد من التفاعلات التي يبدأها إنزيم تربتوفان بيروليز (Tryptophan pyrrolase) وهو إنزيم هيموبروتيني.

ويستخدم النایاسین علاجياً لخفض مستوى الكوليسترول في البلازما عن طريق تثبيط تدفق الأحماض الدهنية الحرة من الأنسجة الدهنية.

الأعراض الجانبية :

نقص النایاسین يحدث عادةً عند تناول أغذية فقيرة في كلاً من النایاسین والتربتوفان وذلك في أغذية مثل خيز الذرة ولذلك كان منتشر في دلتا النيل في مصر وفي الأماكن التي يتم فيها تناول الأغذية سابقة الذكر. وهذا النقص يؤدي إلى مرض البلاجرا.

تناول كميات كبيرة من فيتامين B3 يؤدي إلى توسيع الأوعية الدموية واحمرار الجلد والصداع وازدياد تدفق الدم داخل المخ والإسهال والقئ وعلى المدى الطويل تحدث الصفراء وأضرار بالكبد.

فيتامين B5 حامض البانتوثينيك (Pantothenic acid) :

حمض بانتوثينيك هو اسم فيتامين بي٥ المكون من اتحاد حمض بانتويك مع بيتا الانين . والفيتامين هام للنمو الصحي السليم للشعر وهو يستخدم في الطب الطبيعي كبديل للكورتيزون.

وهو موجود في معظم الأطعمة خاصةً في البقوليات والخضراوات والبيض واللحوم الحمراء وغذاء ملكات النحل.

أهميته الحيوية :

يمتص حمض البانتوثينيك في الأمعاء حيث تتم فسفرته بواسطة ATP (أدينوزين ثلاثي الفوسفات) إلى ٤ - فوسفوبانتوثينات (4-phosphopantothianate) .

والصورة النشطة من حمض البانتوثينيك هي

١) كونزيم A (coenzyme A) وهو مساعد إنزيم يعمل في أيض ونقل السلاسل الكربونية للمواد الكربوهيدراتيه والبروتينات واللبيدات
٢) البروتين حامل الأسيل (Acyl Carrier Protein (ACP)

الآثار الجانبية :

نقص فيتامين B5 نادر لأنه منتشر في أغلب أنواع الطعام كما هو مذكور سابقاً. وهذا النقص يسبب متلازمة القدم المحترقة التي لوحظت في أسرى الحرب وهي مصحوبة بنقص القدرة على إضافة مجموعة الأسيتيل. وأعراض النقص هذه تشمل الحساسية ونقص هرمونات الغدة الكظرية ومرض أديسون وروماتويد المفاصل. وقد اظهرت دراسة في عام ١٩٩٧ أن حَب الشباب قد يكون مرتبطاً بنقص فيتامين B5 .

فيتامين ب٦ (Vitamine B6)

يتكون من ثلاث مشتقات للبيريدين (Pyridine) شبيهة ببعضها وهي بيريدوكسين (Pyridoxine) وبيريدوكسال (Pyridoxal) وبيريدوكسامين (Pyridoxamine) ومركبات الفوسفات الخاصة بهم.

ويوجد هذا الفيتامين في اكثر الأغذية النباتية والحيوانية إلا إن أغناها به قشرة الرز والحبوب والبذور وتوجد كميات قليلة منه في الكبد والحليب والبيض والخضراوات الخضراء وتقدر الحاجة اليومية الطبيعية بمقدار ٢ ملغم.

نقص هذا الفيتامين يؤدي إلى تشجنات صرع عند الرضع واضطرابات عند الكبار والتهاب الجلد وتقرح الفم وحوله والتهاب اللسان ويسبب نقصه تشنجات لدى متعاطي الكحول.

أهيمته الحيوية :

البيريدوكسين النشط هو بيريدوكسال فوسفات وهو مهم لأيض الأحماض الأمينية (عمليات نزع الكربوكسيل) وتحليل الكليكوجين لأنه يعمل كمساعد إنزيم للفوسفوريليز (phosphorylase) وبذلك يساعد على تحليل الكليكوجين في العضلات وإنزيم الفوسفوريليز في العضلات يمثل ٧٠ -٨٠% من فيتامين B6 في الجسم .

وهذا الفيتامين فريد من نوعه حيث يتسبب في كلاً من حالات النقص والزيادة في مستوياته داخل الجسم اختلال في الأعصاب الطرفية (peripheral neuropathy) .

الآثار الجانبية :

نقص هذا الفيتامين نادر ويحدث غالباً نتيجة نقص عام في فيتامينات بي المركبة. وقد يحدث هذا النقص عند مدمني الخمور نتيجة هضم الإيثانول (الكحول الإيثيلي الموجود في الخمور) إلى الأسيتالدهيد الذي يساعد على تحليل الفيتامين .

وقد يحدث النقص أيضاً في حالات الرضاعة والعلاج باستخدام عقار أيزونيازيد (isoniazid) المضاد للسل الذي يكون مركب هيدرازون مع البيريدوكسال.

زيادة فيتامين B6 تؤدي إلى خلل عصبي حسي كالآلام المّحرقة وعدم القدرة على تنسيق الحركات العضلية الإرادية (ataxia) والشلل (paralysis) والخدار (numbness).

فيتامين B7 (Biotine) :

البيوتين عبارة عن أحد مشتقات الاميدازول (imidazol) وهو متوفر في جميع الأطعمة الطبيعية

أهميته الحيوية :

يعمل كمساعد إنزيم لإنزيمات الكربوكسيليز الأربعة المعتمدة على البيوتين وهي:

١. بيروفات كربوكسيليز (Pyruvate carboxylase) الذي يعمل على التفاعل الأول في تكوين الكلوكوز من المركبات غير الكربوهيدراتيه (gluconeogenesis) ويجدد حمض الأوكسالوأسيتيك (Oxaloacitic acid) لدورة حمض الستريك (دورة كربس) .

٢. أسيتيل كو-أ كربوكسيليز Acetyl-CoA carboxylase الذي يكون الأحماض الدهنية.

٣. بروبيونيل كو-أ كربوكسيليز (Propionyl-CoA carboxylase) الذي يشارك في دورة حمض الستريك.

٤. بيتا ميثيل كو-أ كربوكسيليز (Beta-methyl-CoA carboxylase) الذي يهدم الحمض الأميني ليوسين وبعض المركبات الأيزوبرينويدية.

الآثار الجانبية :

نقص البيوتين يكون غالباً نتيجة عيوب في استخدامه وليس لنقصه في الغذاء لأنه يصنع بواسطة البكتيريا المعوية. كما ان الكميات الكبيرة منه يعاد استخدامها عدة مرات قبل إخراجها في البول أو البراز.

أسباب نقص البيوتين:

١. تناول بياض البيض النئ الذي يحتوي على بروتين افيدين (avidin) الذي يرتبط بقوة بالفيتامين مانعاً امتصاصه وهذا الارتباط قوي وغير ممكن عكسه ولهذا لا يتم امتصاص المركب المتكون ويتم إخراجه في البراز.

٢. التغذية غير المعوية الكاملة (Total parenteral nutrition) الخالية من إضافة البيوتين.

٣. بعض الأدوية المضادة للتشنجات (anticonvulsant drugs) التي تثبط نقل البيوتين في الأغشية المخاطية المعوية وتسرع هدم البيوتين.

٤. الاستعمال طويل المدى للمضادات الحيوية المؤثرة على البكتيريا المعوية.

أعراض نقص البيوتين :

الأعراض الأولى في نقص البيوتين متعلقة بالجلد والشعر مثل التهاب الجلد الدهني seborrheic dermatitis والالتهابات الفطرية وتساقط الشعر(alopecia). وبعد أسبوع أو أسبوعين تبدأ الأعراض الأخرى ومنها تغير في الحالة العقلية واكتئاب بسيط والحساسية المفرطة hyperesthesias وتشوش الحس paresthesias ونعاس وآلام عضلية myalgia وتعب وهلوسة vhallucination وهناك أعراض خاصة بالجهاز الهضمي مثل الغثيان nausea وفقدان الشهية anorexia والقئ Vomiting

فيتامين B9 حامض الفوليك Folic Acid

يعتبر حامض الفوليك من اهم الفيتامينات التي يحتاجها الانسان ويتوفر في العديد من المواد الغذائيه مثل الكبد والكلى واللحم الأحمر والخضراوات الورقية الخضراء كالسبانخ والحبوب والخميرة ويؤدي نقصه إلى فقر الدم الخبيث والى التهاب اللسان والإسهال وفقدان الوزن . ويفيد حامض الفوليك في معالجة فقر الدم الذي ينشأ أثناء الحمل والرضاعة وبعد استئصال المعدة .

يسبّب الحمل خطر على الأم من ناحية نقص حمض الفوليك حيث يستهلك الجنين مخزون الأمّ من حمض الفوليك. ولذلك فأن وجود كمية كافية من حمض الفوليك في جسم المرأة قبل الحمل يمكن أن يساعد على منع العيوب الولادية الرئيسية التي تصيب دماغ طفلها الرضيع وعموده الفقري. والتي تسمى بعيوب الإنبوب العصبية أو (NTDs) (neural tube defects) . ولذلك تحتاج النساء الحوامل لأخذ حامض الفوليك كلّ يوم و حتى في الفترة التي تسبق الحمل للمساعدة على منع NTDs. وذلك بتناول ٤٠٠ mcg من حمض الفوليك يوميا

كما يساعد حامض الفوليك أيضا على السيطرة على مستويات (homocysteine) في الدمّ حيث يعمل بالتنسيق مع الإنزيمات لتخفيض مستويات (homocysteine) حيث ان المستويات العالية لل (homocysteine) في الدمّ يمكن أن تؤدّي إلى أمراض مختلفه فقد تم ربط أمراض مثل مرض الشريان التاجي ومرض (peripheral vascular disease) بنقص حمض الفوليك.

نقص فيتامين بي ٩ (حامض الفوليك) :

يؤدي النقص في حامض الفوليك الى ارتفاع في مستويات (homocysteine) مما يؤدي الى الاصابه بأمراض القلب.

كما ان النساء اللاتي يستعملن حبوب منع الحمل أو المرضى المصابين بسوء الامتصاص malabsorption disorders أو أمراض الكبد ومدمنو الخمور يحدث لديهم نقص في حمض الفوليك في أغلب الأحيان . كما وجد ان هناك نقصا في مستويات الفيتامين عند المسنين الذين يعانون من فقدان السمع.

ويتأثر مفعول حمض الفوليك ببعض الأدوية مثل معدّلات الحموضة , triamterene, anticonvulsants, cimetidine، الأدوية المضادة للسّرطان، وsulfasalazine.

إستعمالاته العلاجية :

يستعمل حمض الفوليك لمعالجة الحالات التالية:

* - منع عيوب الولادة

* - الكآبة و داء الفصام (للنقص)

* - إلتهاب اللثّة (مرض periodontal)

* - معالجة تركيز homocysteine العالي (بالتمازج مع فيتامين بي ٦ وفيتامين بي ١٢)

* - دعم بعد الولادة والحمل

فيتامين Cobalamine B12 :

الكوبالامين هو فيتامين B12 وهو من أصل حيواني حيث يتوفر هذا الفيتامين في الكبد والكلى ولحم العضل (اللحم الأحمر) والبيض والجبن وهذا الفيتامين ضروري للدم وتكاثر الخلايا وتكوين الدم ويؤدي نقصه إلى فقر الدم الخبيث الذي يتميز بقصور في إنتاج كريات الدم الحمراء وكذلك التهاب بالفم وتلف في النخاع الشوكي.

وتبلغ الكمية المطلوبة منه يومياً حوالي ٥ ميكروجرامات ويخزن بكميات كبيرة في الكبد (حوالي ٥ ميلليجرام) وبالتالي فنقص هذا الفيتامين ينتج عادةً عند الفشل في امتصاصه وليس لنقصه في الغذاء. حيث انه في الحالات الطبيعيه تنتج خلايا الغدد المعدية (gastric glands) كليكوبروتين يسمى العامل الداخلي (intrinsic factor) يرتبط بالفيتامين ليحميه من أن يُهضَم ويتم امتصاصه في نهاية اللفائفي بمساعدة إنزيم التربسين (Trypsin)

أهميته الحيوية :

١) فيتامين بي١٢ ضروري لتصنيع الDNA حيث يستخدم في تكوين ثايميدين ثلاثي الفوسفات thymidine triphosphate وهو من وحدات بناء الDNA.
٢) الفيتامين مهم لإنضاج الكرات الدموية الحمراء
٣) وهو أيضاً مطلوب لتصنيع غلاف الميالين للألياف العصبية
٤) إضافة الميثيل (methyl) إلى الهوموسيستين remethylation of homocysteine لتحويله إلى الميثيونين methionine.

الآثار الجانبية :

ينتج نقص الفيتامين من

١) الامتصاص الضعيف له كما في حالات
- فشل إخراج فيتامين بي١٢ من البروتين
- ومرض ضعف البنكرياس (pancreatic deficiency disease)
- ونقص العامل الداخلي في الأنيميا الخبيثة (pernicious anemia)
٢) التعرض لأكسيد النيتروز أو الغاز المضحك

٣) نقص إنزيم ترانسكوبالامين ٢ (transcobalamin II) المسئول عن نقل الفيتامين في البلازما

ويؤدي النقص إلى أنيميا كرات الدم الحمراء العملاقة نظراً لفشل إنضاج الكرات الحمراء وارتفاع مستوى الهوموسيستين في البول مما يؤدي إلى

هشاشة العظام ووجود عدسة العين في موقع غير طبيعي ectopia lentis وشحوب الجلد وتجلط الدم (thromboembolic events) وأعراض عصبية مثل الميالين (myelin) غير الطبيعي ونقل عصبي ضعيف والجنون (dementia) .

فيتامين ج (C) Ascorbic acid :

فيتامين سي هو حمض الأسكوربيك المشتق من الكلوكوز في النباتات ومعظم الحيوانات الثدييه ماعدا الإنسان نتيجة لعدم وجود إنزيم جلونولاكتون (L-gulonolactone) المطلوب لتصنيع الفيتامين.

يوجد فيتامين ج في جميع الأنسجة الحية إلا إن أغنى المصادر به الفواكه والخضراوات الطازجة كالحمضيات والطماطم والخس والفلفل ويوجد قليل منه في البطاطا إلا إن استهلاكها بكميات كبيرة يجعلها أحد المصادر الرئيسية لهذا الفيتامين، يتأثر بالضوء والهواء والرطوبة لذا فان الطبخ والغلي والفرم والتجفيف والتعتيق يحرم الأغذية من جزء كبير منه، الحاجة اليومية الضرورية تقدر بحوالي ٣٠ ملغم وتزداد أثناء فترة المراهقة والحمل والإرضاع والعمل المجهد وبعض العمليات الجراحية.

أهميته الحيوية :

حمض الأسكوربيك عامل مختزل ولهذا فهو مطلوب لحفظ المعادن في الحالة المختزلة مثل الحديد +٢ والنحاس +٢ وبذلك فهو يعزز امتصاص الحديد عن طريق إبقائه في الحالة المختزلة اللازمة لامتصاص الحديد.

١) والحمض مطلوب أيضاً لاضافة مجموعة الهيدروكسيل إلى البرولين (Proline) والليسين (Lysine)بإنزيمي بروليل وليسيل هيدروكسيليز على الترتيب prolyl and lysyl (hydroxylase) أثناء عملية تصنيع الكولاجين (Collagen) .
٢) الفيتامين ضروري لنمو وتشكل الغضاريف والعظام والأسنان ولالتئام الجروح وهو ذو تأثير على تكوين الهموكلوبين ونضج كريات الدم الحمراء وعلى تفاعلات المناعة في الجسم .
٣) مطلوب أيضا في عملية هدم الحمض الأميني تيروزين (tyrosine) أثناء تصنيع هرمون الأدرينالين (adrenaline) .
٤) له دور مهم في تصنيع أحماض المرارة bile acids
٥) يستعمل كعامل مساعد في علاج أمراض كثيرة كالتيفويد وذات الرئة والدفتيريا والسعال الديكي والأنفلونزا والزكام والحمى الرئوية ويعطى في حالات الإسهال والقيء.
٦) مضاد للتعب والتأكسد وهو يؤدي دوراً مهماً في الحؤول دون الأمراض القلبية الوعائية وبعض أنواع السرطان.
٧) تحتوي قشرة الغدة فوق الكلوية على كميات كبيرة من الحمض لاستخدامه في تصنيع الهرمونات الاستيرويدية (مثل الكورتيزون والألدوستيرون).
٨) ويمكن أن يعمل حمض الأسكوربيك كمضاد للأكسدة عن طريق اختزال التوكوفيرول المتأكسد في الأغشية ومنع تكون النيتروزأمينات أثناء عملية الهضم.

الآثار الجانبية :

نقص فيتامين سي يحدث نتيجة أمراض الأمعاء الدقيقة وإدمان الكحوليات وأحياناً التدخين والاعتماد على الأطعمة السريعة والإقلال من تناول الخصراوات والفاكهة. وهذا النقص يؤدي إلى مرض الإسقربوط ( ) scurvy وهو مرتبط بالتكوين الناقص للكولاجين ويمتاز المرض بالتالي:

انتفاخ اللثة وتخلخل الأسنان وربما سقوطها والنزيف تحت الجلد (Subcutaneous) hemorrhages وتأخر إلتئام الجروح وأنيميا بسيطة وضعف المناعة وقصر التنفس وآلام العظام وفي المراحل المتأخرة الصفراء وتورم عام وقلة التبول ويمكن أن توجد أمراض عصبية وحمّى وتشنجات وفي النهاية يمكن أن يؤدي إلى الموت.

وقد كان الإسقربوط حالة شائعة بين البحارة وفي الشتاء وهو يُعالج بتناول الخضراوات والفاكهة أو العلاج بفيتامين سي سواء في صورة أقراص أو حقن هذا

يمكن أن تستمر الكمية المخزنة من فيتامين سي في الجسم لمدة ٣ – ٤ شهور قبل أن تظهر أعراض الإسقربوط.

الفيتامين جيد الاحتمال إلا أن الجرعات الكبيرة منه قد تسبب الإسهال وتكون الحصيات البولية

يحتاج الطفل الرضيع إلى ٣٠ مليغراماً من الفيتامين C كل يوم فيما تصل حاجة الإنسان الراشد إلى ١٠٠ مليغرام يومياً، علماً أن المدخنين يحتاجون إلى ٢٥ مليغراماً إضافياً يمكن إشباع هذه الحاجات بتناول الفاكهة والخضار الطازجة بانتظام ولاسيما الكيوي والبقدونس والحمضيات الهانه والفلفل كما يمكن اللجوء إلى مكملات الفيتامين C وتناولها بمثابة علاج في حال الإحساس بالتعب أو حتى للحؤول دون الأمراض القلبية الوعائية.

الفصل الحادي عشر

الهورمونات

الهورمونات Hormones

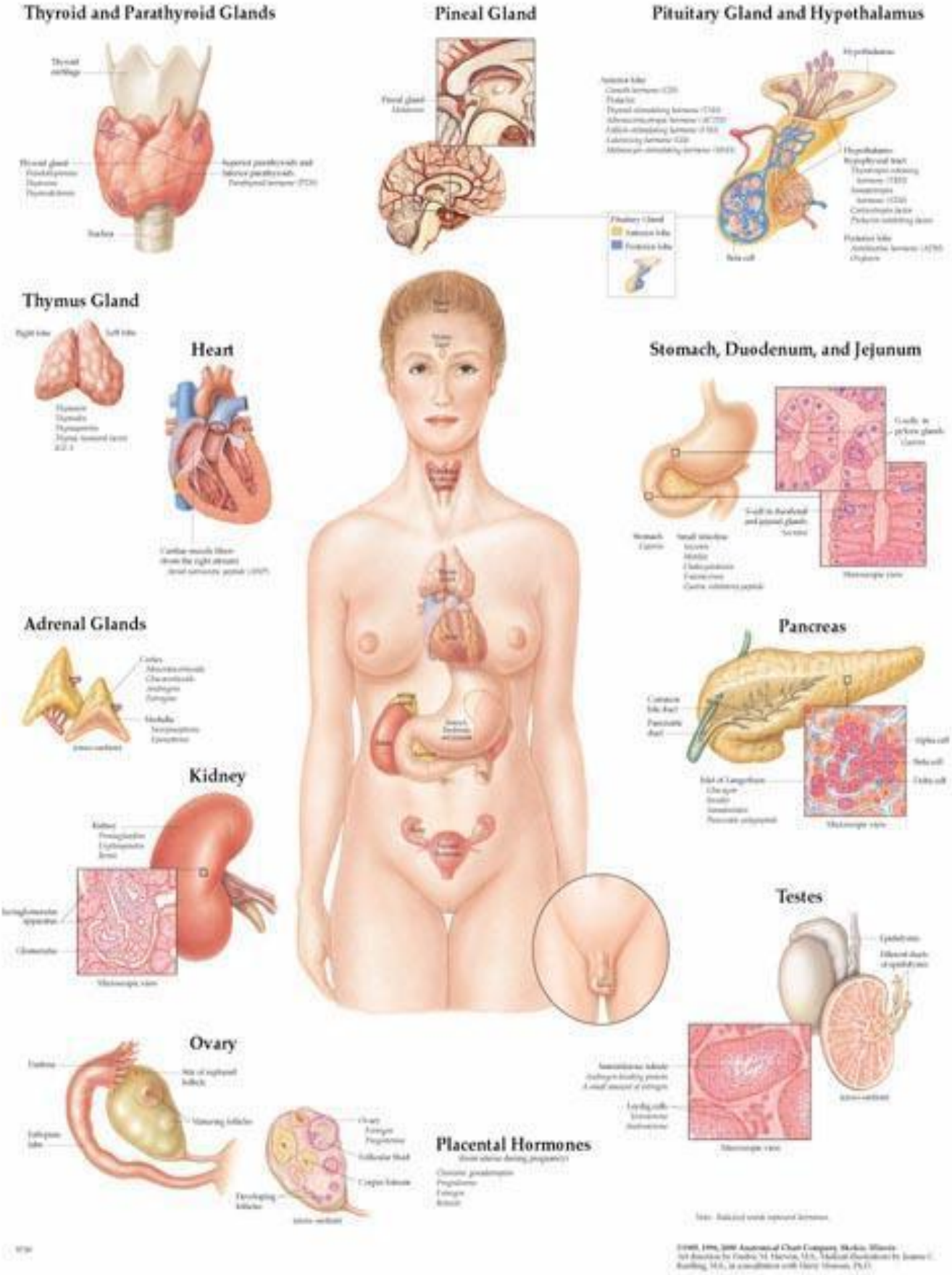
هي مركبات حيوية يتم تصنيعها في غدد تسمى الغدد الصماء (endocrine glands) يتم افرازها مباشرة الى مجرى الدم دون الاستعانة بقنوات وتفرز أعضاء اخرى في الجسم مثل الكبد والكليتين هورمونات لكن معظم الهورمونات مصدرها الغدد وتقوم الهرمونات بوظائف حيوية مختلفة استقلابية وبنائية فهي مواد كيمائية معقدة للغاية تفرزها خلايا خاصة بكميات ضئيلة جدا حسب حاجة الجسم إليها وقد ينشط إفرازها خلايا عصبية مثل إفراز الهرمونات عند الخوف والغضب كما أنها تهيئ حالة الجسم حسب البيئة الخارجية كما أنها لها دور مهم في العمليات الحيوية التي يقوم بها الكائن الحى فكل هرمون له دوره ومتخصص في عمله ونقص الهرومونات يؤدى إلى حالة مرضية وربما الموت.

مهمة الهورمونات تنظيم النشاطات الداخلية في الجسم، مثل النمو والتغذية وتخزين المواد الغذائية واستعمالها وعمليات التناسل، فإذا افرزت الغدد المزيد أو القليل من الهورمونات فإن مضهر الشخص يمكن أن يكون غير طبيعي.

الغدد الصماء Endocrine glands :

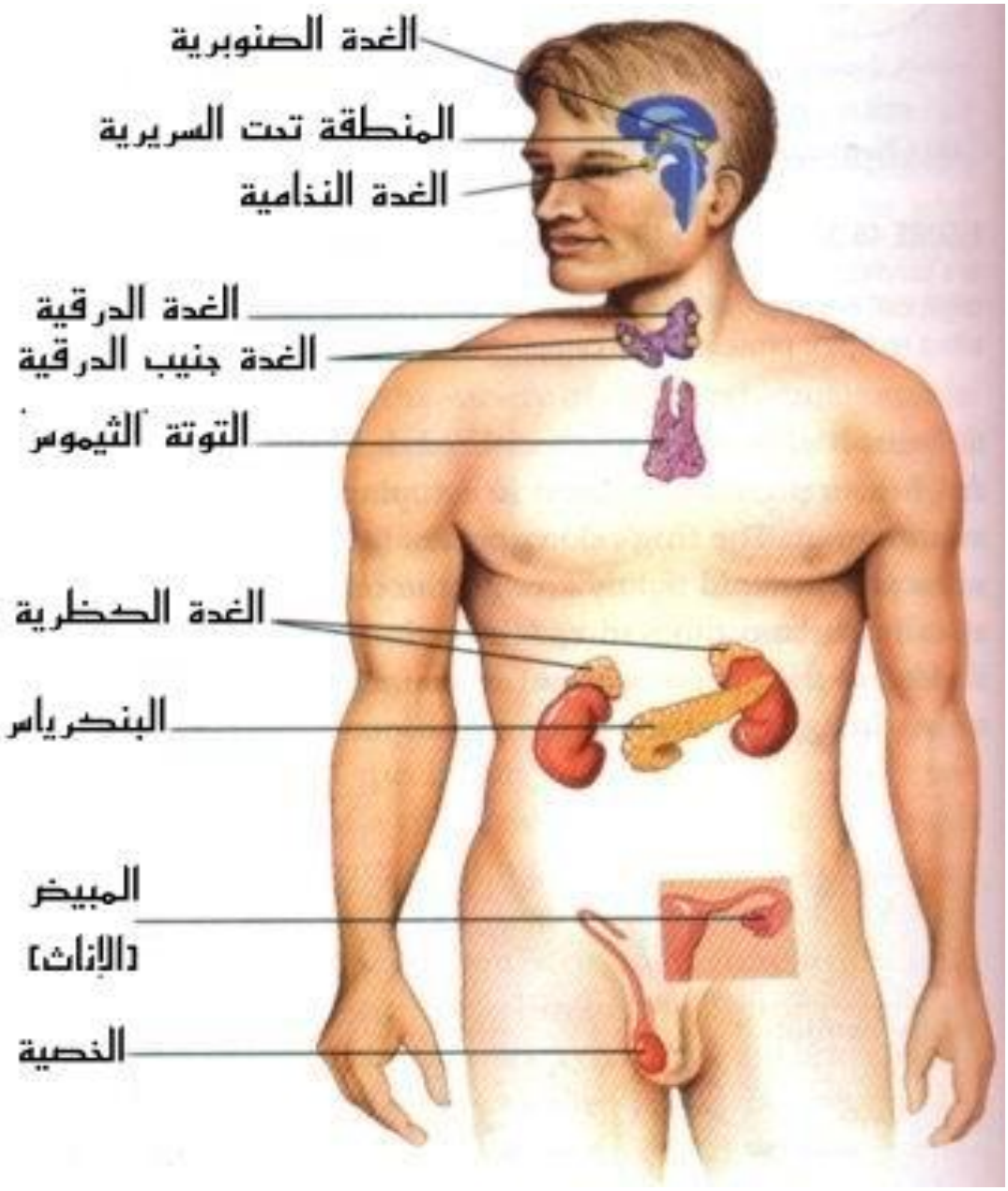
يقوم جهاز الغدد الصماء (بالإضافة للجهاز العصبي) بالتحكم في وظائف الجسم وهي غدد لاقنويه (ductless) تفرز مواد كيميائية تسمى هرمونات Hormones تنتجها الى الدم مباشرة ومن هنا تسمى الغدد ذات الافراز الداخلي ولابد من إنتاج هذه الهرمونات بالكميات المطلوبة لكي تؤدي وظائفها على أحسن وجه أما إذا زاد إفراز الهرمون عن حاجة الجسم أو نقص فهذا سوف يؤدي إلى إختلال في الوظيفة مما قد يسبب أعراضامرضية تختلف من هرمون إلى آخر .

THE ENDOCRINE SYSTEM



الغدد الصماء الموجوده بالانسان

١) الغده النخاميه Pituitary gland
٢) الغده تحت المهاد Hypothalamus
٣) الغده الصنوبريه Pineal gland
٤) الغده الدرقيه Thyroid gland
٥) الغده الجار درقيه Parathyroid gland
٦) الغده الكظريه (فوق االكلويه) Adrenal gland (suprarenal)
٧) المناسل (Gonads) المبيض (Ovary) في الانثى والخصيه (Testis) في الذكر
٨) البنكرياس (Pancreas) ويعتبر البنكرياس غده صماء لكونه يقوم بافراز ثلاث هرمونات بالاضافه لكونه يعتبر غده قنويه لافرازه انزيمات العصاره البنكرياسيه
٩) مخاطية المعده والامعاء Gastrointestinal mucosa
١٠) الكليتان Kidneys
١١) المشيمه Placenta اثناء فترة الحمل



الهرمونات Hormones

يمكن تعريف الهرمون بأنه مادة كيميائية يتم إنتاجها وتخزينها داخل خلايا غدة لا قنوية، وينطلق هذا الهرمون إلى الدم بمجرد وصول إشارة فسيولوجية physiological signal، والتي قد تنتج من تغير تركيز بعض محتويات الدم (مثل الكالسيوم أو الكلوكوز) أو من وصول إشارة عصبية neural signal وعن طريق مجرى الدم ينتقل الهرمون إلى العضو المستهدف.

ويمكن تقسيم الهرمونات طبقا لتركيبها الكيميائي إلى ثلاث مجموعات:

١- هرمونات ببتيدية أو بروتينية التركيب peptide or protein hormones
٢- هرمونات ستيرودية steroid hormones
٣- هرمونات مشتقة من الأحماض الأمينية amino acid-related hormones

وتجدر الإشارة إلى أن هناك مادتين شبيهتين بالهرمونات تفرزان من مناطق عديدة في الجسم وهما البروستاجلاندين prostaglandin واللبتين leptin حيث يعملا عمل الهرمونات داخل الجسم .

(أ) البروستاجلاندين prostaglandin
البروستاجلاندينات prostaglandins تفرز بكميات قليلة من معظم أنسجة الجسم وتعتبر من الهرمونات التي تؤثر في مكان إفرازها local hormones، ولو أن بعضها يمكن أن ينطلق من مكان الإفراز إلى الدورة الدموية، وهي عبارة عن ليبيدات تكونت من الأحماض الدهنية. والبروستاجلاندينات لها وظائف عديدة منها التحكم في إفراز بعض الهرمونات الأخرى، كما أن لها علاقة بعملية تجلط الدم blood clotting وأيضا بعض الوظائف المرتبطة بالتكاثر reproductive function. ومن تأثيراتها العديدة في الجسم أيضا دورها في استجابة الأنسجة للإصابات tissue injuries. ومن المعروف أن تأثير العقاقير المضادة للالتهابات anti-inflammatory drugs. مثل الأسبرين aspirin يكون من خلال مقدرتها على تثبيط تصنيع البروستاجلاندينات.

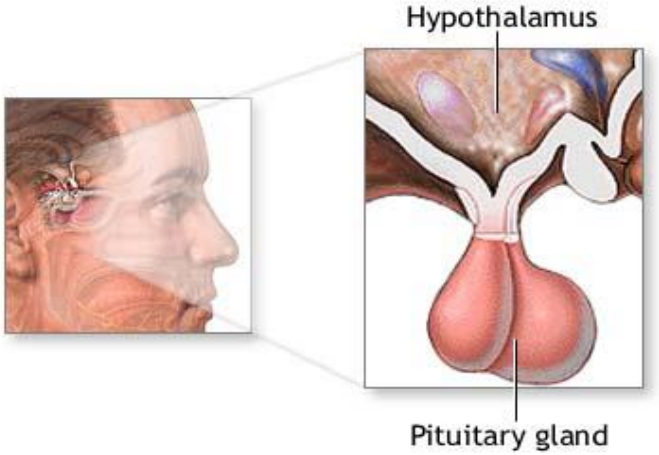
(ب) اللبتين Leptin
اللبتين هرمون يفرز في الدم بواسطة خلايا الأنسجة ا لدهنية ويفترض حاليا أن هرمون اللبتين له علاقة بالسمنة أو البدانة obesity، حيث يؤثر على مستقبلات خاصة في الدماغ لها علاقة بالشهية، وأيضا من خلال تأثيره على أيض المواد الدهنية في جسم الكائن، ومن ثم فهو يقوم بتنظيم وزن الجسم من خلال تنظيم وزن الأنسجة الدهنية.

الغدة النخامية Pituitary gland

الغدة النخامية هي غدة صغيرة لايتعدى وزنها نصف جرام في الإنسان البالغ وتقع بين سقف الفم وقاع الدماغ
وتقسم الغدة التخامية إلى جزئين :

١) <u>الجزء النخامي الغدي Adenohypophysis :</u>
ويشمل الفص الامامي (anterior lob) والفص الأوسط (intermediate lob)

٢) <u>الجزء النخامي العصبي Neurohypophysis :</u>
ويشمل الفص الخلفي (Posterior lob) والذي ينصل بمنطقة تحت المهاد (Hypothalamus) بالدماغ حيث توجد اجسام خلايا عصبيه في منطقة تحت المهاد ونهاية اليافها العصبيه في الفص الخلفي للغده ومن الثابت بان هرمونات هذا الفص من الغده تفرز من قبل الخلايا العصبيه الموجوده في منطقة تحت المهاد وتصل هذه الهرمونات الى الفص الخلفي من خلال الالياف العصبيه حيث يتم تخزينها بالفص الخلفي لتنطلق الى الدم عند الحاجه لها



<u>هرمونات الجزء النخامي الغدي Adenohypophysis hormones :</u>

ينتج الفص الأمامي من هذا الجزء ستة هرمونات جميعها بروتينية التركيب وخمس من هذه الهرمونات تنظم عمل هرمونات اخرى بالجسم ولذا تسمى بالهرمونات المنشطه (Tropic hormones) ولذلك يطلق على الغده النخاميه الغده القائد (Leader gland) وهرمونات هذا الجزء هي :

١) <u>الهرمون المحفز للغده الدرقيه (Thyroid – stimulating hormone (TSH :</u>
يعمل هذا الهرمون على تنظيم انتاج هرموني الغده الدرقيه (Thyroid gland) الثيروكسين (Thyroxin) وثلاثي ايودو ثيرونين (Tri iodothyronine) ويتأثر افراز الهرمون المحفز للغده الدرقيه بمستوى هرمونات الغده الدرقيه في الدم وايضا بماده تفرز من منطقة تحت المهاد وتسمى العامل المحرر للهرمون الحافز للغده الدرقيه (Thyroid – stimulating hormone releasing factor)

٢) **الهرمون المحفز لفشرة الغده الكظريه Adrenocorticotropic hormone (ACTH)**

ينظم هذا الهرمون نشاط قشرة الغده الكظريه ويتحكم في افراز هذا الهرمون مستوى هرمونات قشرة الغده الكظريه في الدم وهرمون يفرز من تحت المهاد يسمى الهرمون المحرر للهرمون المنظم لقشرة الغده الكظريه (Adrenocorticotropic hormone releasing factor)

٣) **الهرمونات المنظمه لعمل المناسل Gonadotropic hormones :**

تعمل هذه الهرمونات على تنظيم المناسل (المبيضين Ovaries والخصيتين Testes) وهي عباره عن ثلاث هرمونات وهي :

- **الهرمون المحفز للحويصلات Follicle – stimulating hormone (FSH)**

يلعب هذا الهرمون دورا هاما في نمو الاعضاء التناسليه وفي نضج البويضات في المبيض والحيوانات المنويه في الخصيه

- **الهرمون المحفز لتكوين الجسم الأصفر Luteinizing hormone (LH)**

يساعد هذا الهرمون على انطلاق البويضات الناضجه من حويصلة كراف كما يساعد في تحفيز الخلايا البينيه interstitial cells في الخصيه لتكوين الهرمون الذكري تستوستيرون Testosterone

- **هرمون البرولاكتين Prolactin**

يحفز هذا الهرمون نمو الغدد الثدييه ويساعد على افراز االحليب من الثديين وفي بعض الفتيات يساعد هذا الهرمون على انطلاق هرمون البروجستيرون Progesterone في الجسم الاصفر Corpus luteum

٤) **هرمونات النمو Growth hormone (GH) :**

ينظم هذا الهرمون نمو عضلات الجسم وايضا العظام ولذلك فهو يلعب دورا هاما في بناء الجسم ومن هنا نجد ان افراز هذا الهرمون يزداد في مرحلة الطفوله وعلى ذلك فان نقص هذا الهرمون اثناء نمو الطفل يسبب تأخر نمو العظام والعضلات وتعرف هذه الحاله بالقزامه (Dwarfism) وعكس ذلك فان الافراط في افراز هذا الهرمون عن المستوى الطبيعي في مرحلة الطفوله يؤدي الى العملقه (Gigantism) اما زيادة افراز هذا الهرمون عند الكبار فيسبب تضخم اليدين والقدمين ويعرف ذلك بالأكروميكلي (Acromegaly) ويتحكم في افراز هذا الهرمون هرمونان يفرزان من منطقة تحت المهاد حيث يعمل احدهما على زيادة افرازه بينما الاخر يعمل على تقليل افرازه

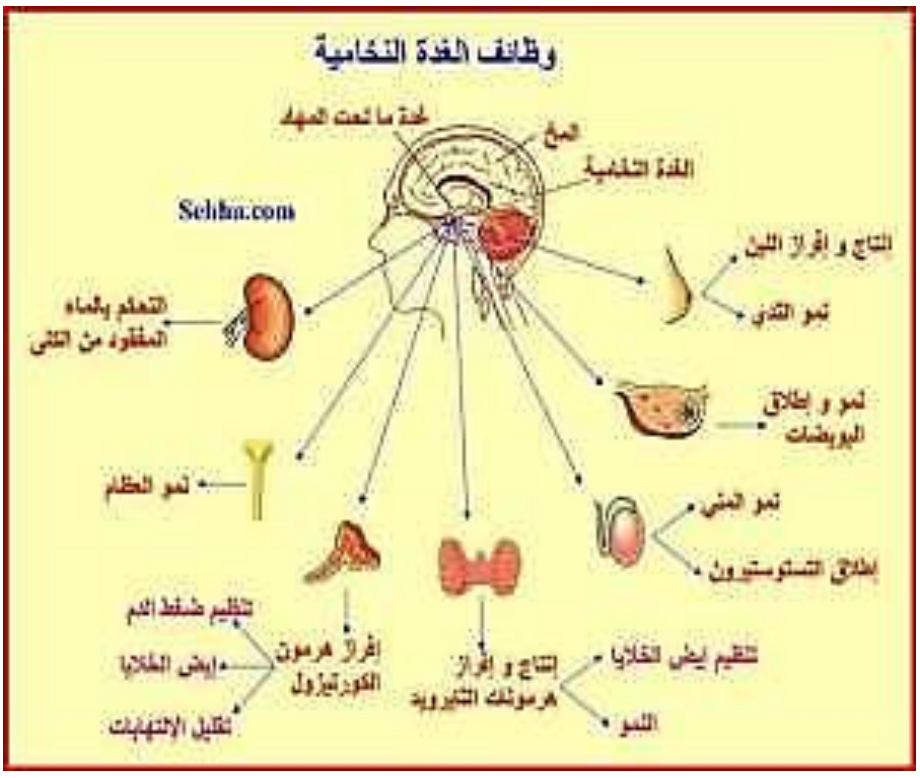
هرمونات الجزء النخامي العصبي Neurohypophysis hormones :

١) **الهرمون المضاد لادرار البول Antidiuretic hormone**

يسبب هذا الهرمون زيادة مقدرة الكليه على اعادة امتصاص الماء وذلك من خلال تاثيره على نفاذية اغشية خلايا الانيبيبات الكليويه الملتفه Proximal tubules وفرعي هنل (Henel's loops) في الوحدات البوليه داخل الكليه ولذا عند نقص كمية الماء بالدم تتاثر منطقة تحت المهاد بالدماغ وهذا يسبب زيادة افراز هذا الهرمون الذي يحمله الدم الى الكليتين مؤديا الى زيادة معدل اهادة امتصاص الماء وبهذا يقل حجم الادرار وعلى العكس من ذلك فعند زيادة كمية الماء التي يتناولها الفرد ترتفع تبعا لذلك كمية الماء الموجوده بالدم وينتج عن ذلك

نقص في كمية هذا الهرمون مما يؤدي الى نقصان اعادة امتصاص الماء عبر الكليتين وهنا تكون النتيجه كميه كبيره من الادرار
ومن الملاحظ ان ارتفاع مستوى هذا الهرمون عن مستواه الطبيعي في الدم يعمل على انقباض العضلات الملساء للشرايين مما يسبب ارتفاع ضغط الدم ولذلك يطلق على هذا الهرمون اسم الهرمون الضاغط للأوعيه الدمويه (Vasopressin)

٢) هرمون الأوكسي توسين Oxytocin hormone
يلعب هذا الهرمون دورا هاما في انطلاق الحليب من ثدي الأم اثناء عملية الرضاعه Lactation بالاضافه لدوره في تسهيل عملية الولاده حيث يسبب تقلص عضلات الرحم



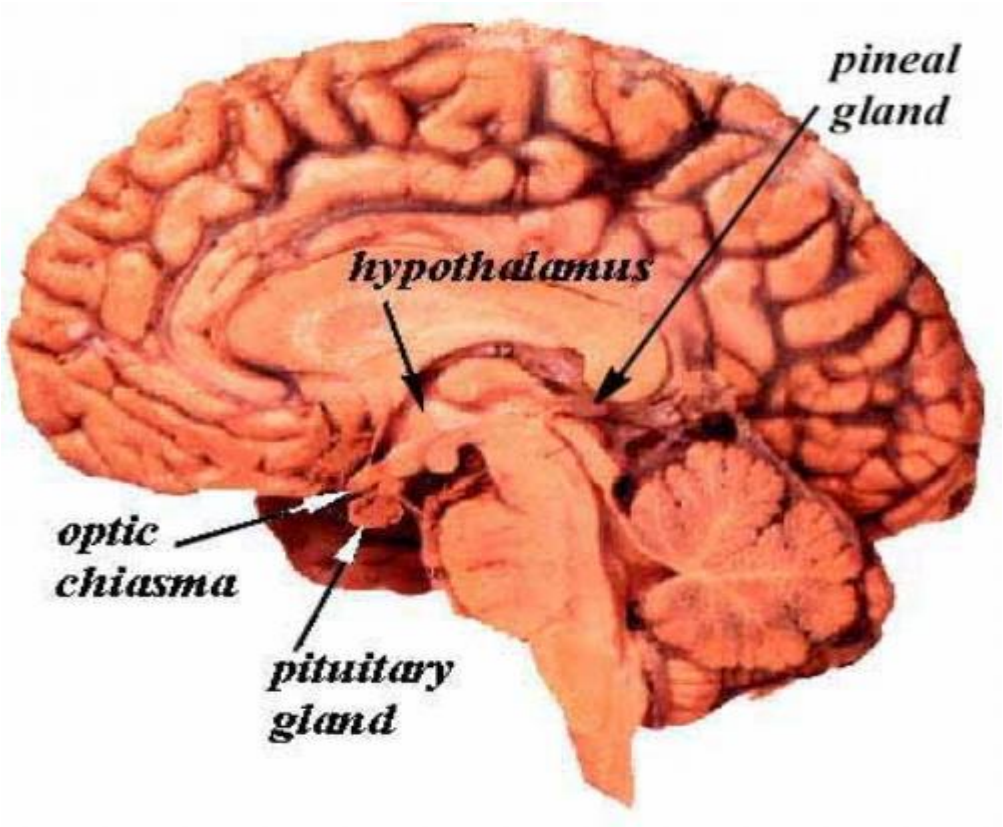
هرمونات منطقة تحت المهاد Hypothalamus Hormones :

يوضح الجدول التالي الهرمونات الخاصه بمنطقة تحت المهاد Hypothalamus والانسجه المستهدفه بهذه الهرمونات ووظائفها

الهرمون Hormone	التركيب Structure	النسيج المستهدف Target tissue	الوظيفه Response
الهرمون المحرر لاطلاق هرمون النمو	مركب ببتيدي صغير	خلايا الجزء النخامي الغدي المسؤوله عن افراز هرمون النمو	يسبب زيادة افراز هرمون النمو
الهرمون المثبط لافراز هرمون النمو	مركب ببتيدي صغير	خلايا الجزء النخامي الغدي المسؤوله عن افراز هرمون النمو	يسبب نقص افراز هرمون النمو
الهرمون المحرر للهرمون المنظم لقشرة الغده الكظريه	مركب ببتيدي	خلايا الجزء النخامي الغدي المسؤوله عن افراز الهرمون المنظم لقشرة الغده الكظريه	يسبب زيادة افراز الهرمون المنظم لقشرة الغده الكظريه
الهرمون المحرر للهرمونات المنظمه للمناسل	مركب ببتيدي صغير	خلايا الجزء النخامي الغدي المسؤوله عن افراز الهرمونات المنظمه للمناسل	يسبب زيادة افراز الهرمونات المنظمه للتناسل
الهرمون المثبط لاطلاق هرمون البرولاكتين	غير معروف تركيبه	خلايا الجزء النخامي الغدي المسؤولع عن افراز هرنوت البرولاكتين	يسبب نقص افراز هرمون البرولاكتين
الهرمون المحرر لهرمون البرولاكتين	غير معروف تركيبه	خلايا الجزء النخامي الغدي المسؤولع عن افراز هرنوت البرولاكتين	يسبب زيادة افراز هرمون البرولاكتين
الهرمون المحرر للهرمون المحفز للغده الدرقيه	مركب ببتيدي	خلايا الجزء النخامي الغدي المسؤوله عن افراز الهرمون المحفز للغده الدرقيه	يسبب زيادة افراز الهرمون المحفز للغده الدرقيه

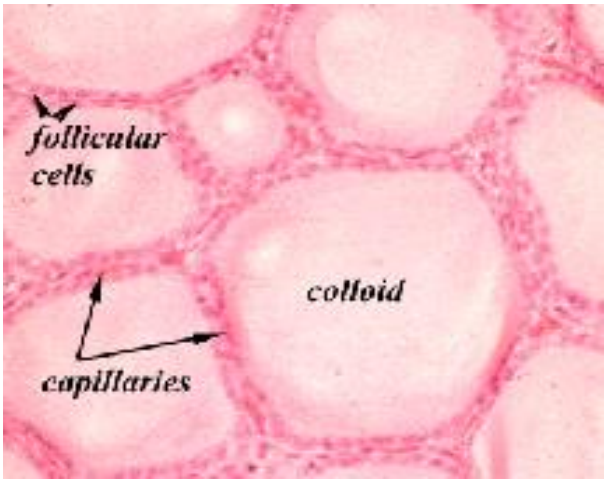
الغدة الصنوبرية Pineal gland

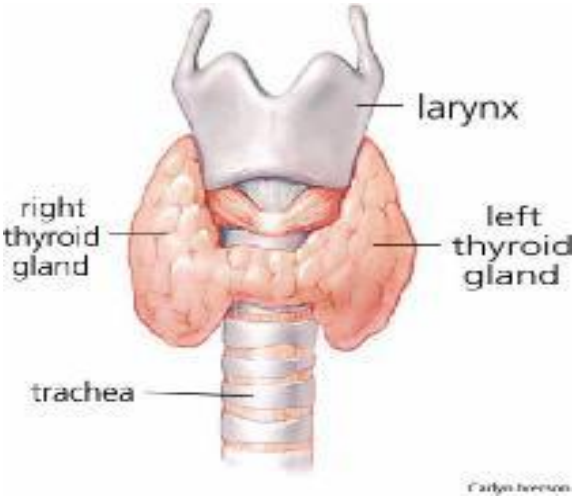
هذه الغدة مخروطية الشكل وتقع في البطين الدماغي الثالث داخل الدماغ وتفرز هذه الغدة هرمون ببتيدي يسمى الميلاتونين (Melatonin) وعديد من المواد الاخرى الشبيهه . ومن وظائف هذا الهرمون انه يساعد على النوم هذا بالاضافه الى انه يؤثر في افراز الهرمونات المنظمه للتناسل والتي تفرز من الجزء النخامي الغدي كما يعمل ايضا على تثبيط عملية التبويض في المبيض وذلك من خلال تثبيط افراز الهرمون المحرر للهرمونات المنظمه للمناسل من منطقة تحت المهاد ومن الثابت ان افراز هرمون الميلاتونين يتوقف على وجود الضوء في البيئه حيث يزداد افرازه عندما يقل الضوء بينما يقل افرازه عند زيادة كمية الضوء



الغده الدرقيه Thyroid gland

تتكون الغده الدرقيه من فصين يتصلان معا بواسطة برزخ (Isthmus) وتوجد على القصبه الهوائيه اسفل الحنجره وتزن في الانسان البالغ حوالي ٢٥ غم وتتركب نسيجيا من حويصلات عديده (Follicles or Acini) جدار هذه الحويصلات عباره عن نسيج طلائي ويوجد بين هذه الحويصلات نوع اخر من الخلايا تسمى بخلايا سي (Extra follicular or C cells)
وتقوم الخلايا المكونه للحويصلات بانتاج هرمونين من الحامض الأميني تيروزين (Tyrosine) وذلك بربطه مع اليود (Iodine) وهذان الهرمونان هما الثيروكسين (Thyroxin) والذي يطلق عليه تسمية T4 وثلاثي ايودو الثيرونين (Tri iodothyronine) والذي تطلق عليه التسميه T3 بينما تنتج الخلايا الموجوده بين الحويصلات (C – cells) هرمون اخر يسمى الكالسيتونين (Calcitonin)





وظائف هرموني الثيروكسين (T4) وثلاثي ايودوثيرونين (T3)

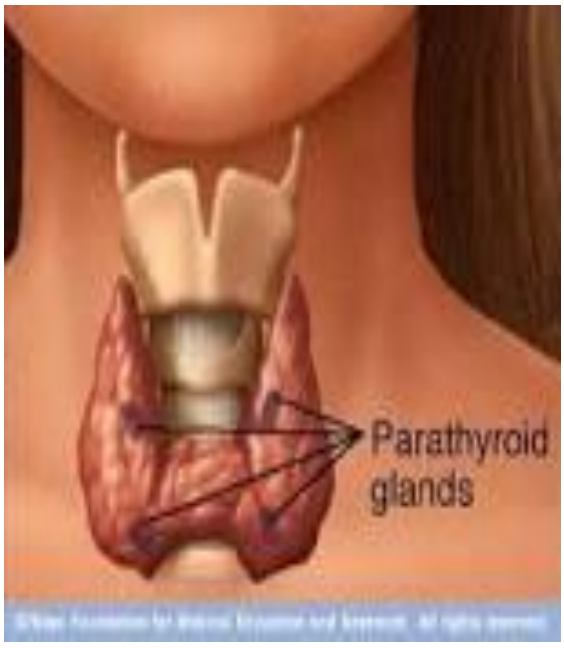
كلا الهرمونين له دور هام في تنشيط عمليات الأيض في جميع خلايا الجسم ومن هنا نجد ان الوظيفه الاساسيه لهما تكون مرتبطه بعمليات النمو بصفه عامه والجهاز الهضمي بصوره خاصه ويبدو هذا واضحا عند نقص افرازات الغده الدرقيه عند الاطفال فان ذلك يؤدي الى انتاج انسان قزم متخلف عقليا (Cretin) اما في حالة نقص نشاط الغده عند الكبار فتظهر اعراض مرض المكسوديما (Myxoedema) والذي من اهم اعراضه ان الجلد يصبح سميكا وينتفخ الوجه بسبب تراكم سوائل الجسم تحت الجلد وبطء في ضربات القلب وقد تكون هناك زياده في وزن الجسم
اما زيادة نشاط الغده الدرقيه فيؤدي الى تضخمها حيث يظهر ورم في منطقة الرقبه اسفل الحنجره ويعرف بالورم الدرقي (Goiter)
علما بان هذا الورم قد يظهر بسبب نقص افراز الغده ايضا وغالبا ما يكون ناتجا عن نقص كمية اليود في الجسم ويعرف بالورم الدرقي بسبب نقص اليود (Iodine deficiency goiter) وتعالج هذه الحاله بتناول اقراص تحتوي على اليود . ولكن في حالة الورم الدرقي نتيجة زيادة افراز الغده الدرقيه والذي يؤدي الى زيادة في معدل الايض عن المستوى الطبيعي ويظهر ذلك واضحا مع نقص وزن الجسم وسرعة في نبضات القلب والعصبيه الزائده مع ارتفاع طفيف في حرارة الجسم ويمكن علاج هذه الحاله باستئصال جزء من الغده الدرقيه جراحيا Partial thyroidectomy

وظيفة هرمون الكالسيتونين

يزداد افراز هذا الهرمون عند ارتفاع مستوى الكالسيوم بالدم عن المستوى الطبيعي حيث يعمل هذا الهرمون على تخفيض مستوى الكالسيوم بالدم من خلال التاثير المباشر على الخلايا العظميه الأكوله (Osteoclastes) لتقليل نشاطها وزيادة ترسيب الكالسيوم في العظام .

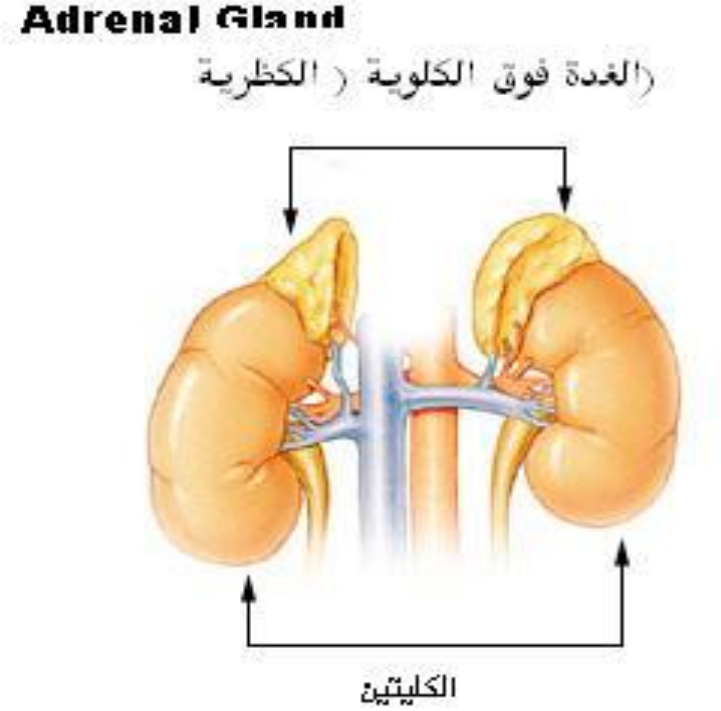
الغده الجاردرقيه Parathyroid gland

يوجد على السطح الظهري للغده الدرقيه اربع غدد يطلق عليها الغدد الجاردرقيه والوظيفه الاساسيه لهذه الغدد هي انتاج هرمون الغده الجاردرقيه (parathyroid hormone) ويعمل هذا الهرمون على الحفاظ على المستوى الطبيعي للكالسيوم بالدم وازالة هذه الغده والذي قد يحدث بالخطأ عند ازالة جزء من الغده الدرقيه يؤدي الى نقص سريع في مستوى الكالسيوم بالدم والذي يؤدي بدوره الى تقلصات عضليه وحالة تشنج (Tetany) مما يؤدي في النهايه الى الموت .
وهرمون الغده الجاردرقيه يعمل على رفع مستوى الكالسيوم بالدم وذلك في حالة نقصانه قليلا عن مستواه الطبيعي من خلال تحفيز الخلايا العظميه الأكوله والذي يؤدي نشاطها الى تأكل العظام المجاوره لها وبالتالي يتحرر كل من الكالسيوم والفسفور وعند ارتفاع مستوى الكالسيوم بالدم نجد ان نشاط افرازات هذه الغده يقل ومن هذا نجد بان عمل كل هرمون الغده الجاردرقيه يكون معاكسا لعمل هرمون الكالسيتونين مما يمكننا القول بان كل من هرمون الغده الجاردرقيه وهرمون الغده الدرقيه كالسيتونين يعملان معا للحفاظ على مستوى الكالسيوم بالدم عند مستواه الطبيعي



الغده الكظريه (الغده فوق الكلويه) Adrenal (Suprarenal) gland

وهي عباره عن غده مزدوجه تقع كل واحده منهما قريبا من الكليه او فوقها وتتكون كل غده من طبقتين طبقه خارجيه تسمى القشره (Cortex) وطبقه داخليه تسمى النخاع (Medulla) وكل طبقه تفرز هرمونات خاصه بها
وتكون وظائف القشره تحت سيطرة الغده النخاميه بينما وظائف النخاع تكون تحت سيطرة الجهاز العصبي السمبثاوي (Neurosympathetic system)



١) هرمونات قشرة الغده الكظريه Adrenal cortex hormones :

وهي عباره عن هرمونات ستيروديه (Steroid) تنقسم طبقا لوظائفها الى ثلاث مجموعات وهي :

- **هرمونات القشره الخاصه بالسكريات Glucocorticoids**

ومن اشهرها الكورتيزول (Cortisol) والكورتيكوستيرون (Corticosterone) وهذه المجموعه من الهرمونات لها تاثيراتها الهامه على عمليات الايض وخاصة ايض المواد الكربوهيدراتيه حيث تعمل هذه الهرمونات على تكوين الكلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتيه (Gluconeogensis) كما ان لهذه الهرمونات دورا هاما كمركبات مضاده للالتهابات (Anti – inflammatory)

- **هرمونات القشره الخاصه بالمعادن Mineralocorticoids**

ومن اهم هرمونات هذه المجموعه هرمون الألدوستيرون (Aldosterone) ومن اهم وظائفه الحفاظ على توازن المعادن بالجسم وذلك من خلال تنظيم عملية اعادة امتصاص ايونات الصوديوم والكلوريد خلال الانيبيبات الكليويه وكذلك عملية اخراج البوتاسيوم بواسطة الكليتين

- **هرمونات الجنس Sex hormones**

وتشمل هذه المجموعه افراز كميه ضئيله من هرمونات التستوستيرون والأستروجين والبروجيستيرون والتي يكوم مصدر افرازها الرئيسي من قبل المناسل

٢) هرمونات نخاع الغده الكظريه Adrenal medulla hormones :

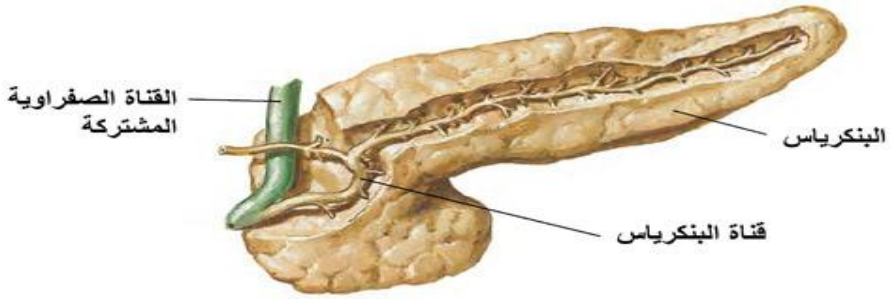
يفرز نخاع الغده الكظريه هرمونين ينتميان من حيث تركيبهما الكيمياوي الى مجموعة الكاتيكولامين (Catecholamine) والتي يتم تصنيعها من قبل خلايا نخاع الغده الكظريه من الحامض الأميني التيروسين (Tyrosine) وهذان الهرمونان هما :

- **الأدرينالين (ويعرف ايضا بالأيبينفرين) Adrenaline (epinephrine)**
- **النورأدرينالين (ويسمى ايضا النورايبينفرين) Noradrenalin (Nor epinephrine)**

وتطلق خلايا نخاع الغده الكظريه هذين الهرمونين الى الدم وذلك بنسبة ٨٠% من هرمون الأدرينالين و ٢٠% من هرمون النورأدرينالين
وعمل كلا الهرمونين متشابه الى حد كبير ويدور حول وظائف الاعضاء الداخليه للجسم فى حالات الطوارئ التي قد تحدث للفرد (Emergency situation) مثل حالات الخوف والأثاره والقتال والهروب حيث يعمل كلا الهرمونين على زيادة سرعة نبضات القلب وتقلص العضلات الملساء الموجوده في الاوعيه الدمويه مع ارتخاء العضلات الموجوده في الاوعيه الدمويه المغذيه للعضلات الهيكليه الأراديه كما يعمل هرمون الأدرينالين على رفع مستوى سكر الكلوكوز بالدم من خلال تاثيره على تحول الكلايكوجين المخزن في خلايا الكبد الى الكلوكوز فيمكننا القول بان هرموني الأدرينالين والنورأدرينالين يعملان على تهيئة الجسم لمجابهة الحالات الطارئه وذلك عن طريق زيادة سرعة نبضات القلب وزيادة ضغط الدم وارتفاع مستوى السكر بالدم مما يساعد عضلات الجسم على الحصول على الطاقه اللازمه للانقباض مع زيادة استهلاك الأوكسيجين ويمكن ان نجد ذلك بوضوح اثناء تأدية التمارين الرياضيه

غدة البنكرياس Pancreas

يعتبر البنكرياس غده مزدوجه حيث يقوم بافراز العصاره البنكرياسيه (Pancreatic juice) والتي تصل الى الأثنى عشر عن طريق القناة البنكرياسيه (Pancreatic duct) وبذلك يلعب دورا كغده قنويه (Exocrine) هذا بالاضافه لدوره في الجسم كغده صماء (Endocrine) حيث يقوم بافراز ثلاث هرمونات الى الدم مباشرة



هرمونات البنكرياس ووظائفها :

١) هرمون الأنسولين Insulin

يفرز هرمون الانسولين بواسطة خلايا بيتا الموجوده في جزر لانجرهانز البنكرياسيه ويلعب دورا هاما فى انتقال سكر كلوكوز الدم الى خلايا الجسم حيث يساعد في دخول الكلوكوز الى داخل الخلايا من خلال سرعة تحويل الكلوكوز الى فوسفات الكلوكوز (Glucose – 6 – phosphate) كما ان للانسولين تاثيرات عديده مرتبطه بايض الكربوهيدرات والدهون
وعند نقص افراز هذا الهرمون فان ذلك يؤدي الى ارتفاع مستوى سكر الكلوكوز بالدم مسببا داء السكري (Diabetes mellitus)

٢) الكلوكاكون Glucagon

ويفرز هرمون الكلوكاكون من الخلايا الفا لجزر لانجرهانز البنكرياسيه ويعمل على رفع مستوى سكر الكلوكوز بالدم وذلك عن طريق تحليل الكلوكاكون المخزن في خلايا الكبد وتحويله الى كلوكوز اي ان عمل هرمون الكلوكاكون يكون مضادا لعمل هرمون الانسولين

٣) السوماتوستاتين Somatostatin

ويعمل هذا الهرمون على تثبيط افراز هرموني الانسولين والكلوكاكون

هرمونات مخاطية المعده والامعاء Gastrointestinal mucosa hormones

بألاضافه لوظيفة الطبقه المخاطيه المبطنه للمعده والامعاء في افراز العصارات الهاضمه فانها تعمل ايضا كغده صماء حيث تقوم بافراز عدد من الهرمونات والتي تلعب دورا اساسيا في تنظيم عمليات الهضم المختلفه

ومن اهم الهرمونات التي تفرز من قبل مخاطية المعده والامعاء اربعة هرمونات ببتيديه وهي :

١) **الكاسترين Gastrin**
ويفرز هذا الهرمون من مخاطية الجزء البوابي من المعده (Pyloric portion of stomach) وذلك عند وصول الطعام الى المعده لتنبيه الخلايا الجداريه المعديه (Parietal cells) لتحفيزها على افراز حامض الهيدروكلوريك

٢) **كوليسيستوكينين Cholecystokinin**
ويفرز هذا الهرمون من الغشاء المخاطي للأمعاء ويعمل على انقباض الحويصله المراريه (Gall bladder) وبذلك يساعد في انسياب العصاره الصفراويه المخزنه بها على الانطلاق للاثني عشر

٣) **بنكريوزيمين Pancreozymin**
ويفرز هذا الانزيم من الغشاء المخاطي للامعاء ويعمل على تحفيز البنكرياس لافراز عصاره بنكرياسيه غنيه بالمحتوى الأنزيمي

٤) **سكريتين Secretin**
ويفرز من الغشاء المخاطي للامعاء ويعمل على تحفيز البنكرياس لافراز عصاره بنكرياسيه غنيه بمادة البيكربونات

هرمونات التكاثر Reproductive hormones

وتفرز هرمونات التكاثر من المناسل وتشمل المبيض في الاناث بالاضافه لوظيفتها في تكوين البويضات والخصيه في الذكور بالاضافه لوظيفتها في انتاج الحيوانات المنويه فان كل منهما يعملان كغده صماء تقوم بافراز هرمونات تسمى بالهرمونات الجنسيه (Sex hormones)

١) <u>المبيض (Ovary)</u>

يفرز المبيض نوعين من الهرمونات الجنسيه الانثويه وهي عباره عن ستيرويدات في تركيبها الكيمياوي وهذان الهرمونان هما :

- **<u>الأستروجينات (Estrogens)</u>**

وهي مجموعه من الهورمونات تساعد على نمو الأعضاء التناسليه للأنثى وكذلك على ظهور الصفات الجنسيه الأنثويه الثانويه (Secondary female sexual characters)

- **<u>البروجيستيرون Progesterone</u>**

وهو هرمون مسؤول عن اعداد الرحم لاستقبال الجنين كما يساعد على اكتمال نمو الغدد اللبنيه لكي تفرز الحليب بعد عملية الولاده

٢) <u>الخصيه (Tistis)</u>

يوجد بين الانيبيبات المنويه (Seminiferous tubules) داخل الخصيه خلايا تسمى بالخلايا البينيه (Interstitial cells) تقوم بافراز الهرمون الجنسي الذكري المسمى بالتستوستيرون (Testosterone) وهذا الهرمون عباره عن مركب ستيرودي يكون مسؤول عن نمو العضاء التناسليه الذكريه بالضافه لظهور الصفات الجنسيه الذكريه الثانويه (Secondary male sexual characters)

هرمونات الكليه Hormones of the kidney

من المعروف ان الوظيفه الرئيسيه للكليتان هي عملية الاخراج (Excretion) ولكن من الثابت ان هناك بعض الهورمونات تفرز من الكليه وهما هرمون الارثروبيوتين Erythropoietin وهرمون الرنين Rennin

١) هرمون الإرثروبيوتين Erythropoietin
وهو هرمون كليكوبروتيني (Glycoprotein) يشتمل على ١٦٦ حامض اميني ويعمل هذا الهرمون على تحفيز الخلايا الجذعيه (Stem cells) في نخاع العظم لكي يتم انقسامها وتحورها لتكوين كريات الدم الحمراء ويكون نقص كمية الاوكسيجين التي تصل الى الكليتين والاعضاء الاخرى عن معدلاتها الطبيعيه هي العامل المحفز لافراز هذا الهرمون

٢) هرمون الرنين Rennin hormone
يفرز هذا الهورمون من خلايا خاصه تبطن الشرينات الوارده (Afferent arterioles) في الوحدات البوليه في الكليه حيث ينطلق الى الدم ليساعد في تحويل مركب بروتيني موجود في بلازما الدم يسمى انجيوتنسينوجين (Angiotensinogen) الى الآنجيوتنسين ١ (Angiotensin I) والذي يتم تنشيطه بواسطة انزيم موجود في الشعيرات الدمويه للرئتين كي يتكون الأنجيوتنسين ٢ (Angiotensin II) والذي يعمل على تنشيط قشرة الغده الكظريه حتى تقوم بافراز هرمون الألدوستيرون (Aldosterone) في الدم والذي يعمل على تنظيم عملية اعادة امتصاص ايونات الصوديوم والكلوريد خلال الانيبيبات الكليويه وكذلك عملية اخراج البوتاسيوم بواسطة الكليتين

الفصل الثاني عشر

مقدمه في تقنية

البي سي ار

Polymerase Chain Reaction (PCR)

مقدمه

تحفظ المعلومات الوراثية وانتاج المواد لصنع الخلايا والحفاظ عليها في داخل الحمض النووي (DNA) . و تقوم الخلية بمضاعفة كمية الحمض النووي وقت انقسام الخلية بشكل تلقائي و بشكل سريع مع وجود نظام تصحيح للأخطاء خلال النسخ . وتبلغ سرعة النسخ والمضاعفة إلى ١٠٠٠ قاعدة نيتروجينية بالثانية (داخل النظام الحيوي) و هي كما ذكرنا تحدث في الخلية في وقت التكاثر والانقسام فقط .

ومع التطور في مجال التكنولوجيا الحيوية والذي يقوم على التعامل مع الحمض النووي (DNA) بشكل أساسي استدعى ذلك العلماء على أن يبحثوا عن طريقة أو تقنية تقوم على مضاعفة كمية الحمض النووي (DNA) بشكل كبير فكانت هناك عدة محاولات لتنشيط الخلية على الانقسام المستمر بإضافة عوامل النمو (growth factors) ولكن هذه الطريقة لم تكن ذات جدوى لدى العلماء لأسباب كثيرة إلى أن توصل العالم الكيمياوي الدكتور كري مولس Dr. Kerry Mullis عندما كان يقود سيارته ليلا وخطرت في باله فكرة ان يفصل الحامض النووي (DNA) ويصنع منه نسخا عديده وقد تحققت له هذه الفكره المبدعه حتى قام بنشر اختراعه لتقنية البي سي ار (PCR) وذلك في عام ١٩٨٥ فكانت هذه التقنية بوابة لكثير من التطورات المتسارعة في مجال التكنولوجيا الحيوية والتي استحق عليها وعن جداره الحصول على جائزة نوبل في الكيمياء عام ١٩٩٣ ومن أهم الأسباب التي ساعدت هذه التقنية على الانتشار عدم اعتمادها على النظام الحيوي (أي الخلية) و التحكم بكمية الحمض النووي (DNA) وسرعة في الإنتاج ولكن كان من عيوب هذه التقنية عدم وجود نظام إصلاح أخطاء الارتباط الخاطئ miss match .

PCR :

هي اختصار للجملة (Polymerase Chain Reaction) وتعني بالعربية تفاعل البوليميريز التسلسلي وهو تقنية تقوم على إكثار نسخ الحمض النووي (DNA) خارج النظام الحيوي أي أنها طريقة لنسخ الحمض النووي في المختبر تهدف الى تضخيم جزيئات قليلة من الحمض النووي DNA بعد استخلاصه من خلايا أو سوائل الجسم وبالتالي الحصول على كميات كبيرة منه حتى يتم إجراء التحليل المطلوب عليه ويمكن اعتبار تقنية PCR ترجمة مبسطة لعملية انتساخ الحمض النووي DNA أثناء الانقسام الخلوي لذلك فهي تقنية حيوية لاستنساخ قطعة محددة من الحمض النووي و مضاعفة إنتاجها لكي يتسنى إجراء اختبارات و فحوصات إضافية عليها بمعنى ان هذه التقنية تقنية مساعدة لتقنيات اخرى (طبية – صناعية - مجالات حيوية اخرى) او تكون كوسيلة مساعدة في بعض المجالات كالمجال الجنائي والطب الشرعي وتحديد الهوية واثبات الابوة والبنوة

وقد كانت تقنية PCR تستخدم في تسعينيات القرن الماضي كاختبارات استقصائية متممة ولكن في نهاية القرن العشرين بدأت هذه التقنية تحل محل تقنيات كثيرة أخرى لأنها أثبتت فعالية كبيرة ودقة ممتازة وفي مطلع القرن الواحد والعشرين وبعد إتمام سلسلة الجينوم البشري أصبح ينظر إلى كامل هذا القرن بأنه قرن الجينوميات Genomics وسيكون لتقنية PCR دوراً أساسياً في هذه الثورة العلمية الكبرى.

الهدف من تقنية ال PCR

١) الكشف المباشر للعامل الممرض (جرثومي – فيروسي – طفيلي...) قبل ارتكاس الجهاز المناعي لهذا العامل (إنتاج الأضداد) وقد كان في الماضي يتم الكشف عن العامل الممرض بشكل غير مباشر عن طريق كشف / معايرة الأضداد
٢) تحديد الحمل الفيروسي Viral Load وتحديد إمكانية المعالجة أم لا
٣) مراقبة وتقييم المعالجة
٤) تحديد الأنماط الجينية (Genotyping) للفيروس الكبدي C (Virus hepatitis C)
٥) في مجال دراسة الأمراض الوراثية وذلك عن طريق
- كشف الأساس الجيني للمرض الوراثي عند الكاهل ومعرفة الحاملين والمصابين ومن ثم المشورة الوراثية الصحيحة
- الكشف عن الأمراض الوراثيه قبل ظهور الأعراض والعلامات
- الكشف عن الأمراض الوراثيه عند الجنين أثناء الحمل أو في حديثي الولادة
٦) تشخيص الأمراض السرطانية بالكشف الجيني للتوضع الغير طبيعي للأسس الآزوتية للجينات الورميه Oncogenes
٧) تعيين الأنماط النسيجية HLA- tissuc typing في مجال زراعة الأعضاء
٨) تلعب تقنية PCR دوراً هاماً في الطب الجنائي والعدلي .

متطلبات تقنية ال PCR :

للقيام بإنتاج وتضخيم الحمض النووي (DNA) بواسطة تقنية PCR يتطلب توفير :

١. جهاز للتحكم بدرجات حرارة التفاعل بشكل دقيق و متتالي (الدورة الحرارية Thermocycle) :
ويقوم هذا الجهاز بتغير درجة الحرارة بشكل سريع لآن تغير درجة الحرارة هو الأساس الذي تقوم عليه فكرة هذه التقنية .

٢. انزيم البوليميريز (Polymerase enzyme) :
وهو الإنزيم الذي يقوم ببناء وترتيب القواعد النيتروجينية (وحدات الحمض النووي (DNA)) ، ويجب أن يكون هذا الإنزيم مقاوم للحرارة العالية ليتمكن من العمل . و قد اكتشف انزيم مقاوم للحرارة يسمى (Taq Polymerase) تم استخلاصه من بكتيريا تعيش في الينابيع الحارة (Thermus aquaticus).

٣. مجموعة متفرقة من القواعد النيتروجينية (A T C G)
نيوكليوسيدات ثلاثية الفوسفات منقوصة الأوكسجين (Deoxynucleosides triphosphate)
مثل (dATP , dCTP , dGTP , dTTP) ليتمكن الإنزيم من ترتيبها في مواقعها أثناء عملية نسخ الحمض النووي (DNA)

٤. البادئات Primers
وهو قطعة صغيرة من الحمض النووي (DNA) ليتمكن الإنزيم من بدء البناء و النسخ عليها وهي عبارة عن نيوكلوتيدات قليلة الأساس الآزوتي (Oligonucleotides) (18) nucleotides 20 – قادرة على الارتباط مع الأسس الآزوتية للحمض النووي المراد

تضخيمه وذلك في منطقة ذات ترتيب مميز ونوعي غير متبدل للأسس الازوتية في الحمض النووي أو ما يعرف بمنطقة عالية الحفظ Highly Conserved Region

٥. نسخة من الحمض النووي (DNA) المراد نسخه .

٦. محلول أو وسط دارئ ليتم به التفاعل (Buffer solution)
وهذا المحلول يختلف بين تفاعل و أخر

٧. شوا رد مناسبة (Electrolytes)
مثل المغنيسيوم (Mg^{2+}) والذي يعتبر عامل متمم لانزيم (Cofactor) البوليميريز

عملية النسخ :

بعد وضع الحمض النووي المراد نسخة مع البريمر وإنزيم البوليميريز ومجموعة من الأحماض النووية في أنبوب داخل جهاز التحكم الحراري فان هناك ٣ مراحل منفصلة تمر بها عملية النسخ وهي :

١. مرحلة التفكيك Denaturation :

وذلك برفع درجة الحرارة إلى ٩٤ درجه مئويه م لفك جزئ الحمض النووي (DNA) الأصل (المراد تضخيمه) أي فصل الطاق المزدوج (ds-DNA) إلى طاقين منفصلين (ss-DNA) .

٢. مرحلة الترابط (الإلتصاق) Annealing :

وذلك بإنزال درجة الحرارة إلى ما بين ٥٥-٦٠ درجه مئويه ليقوم البريمر بالألتصاق فيزيائياً بواسطة الروابط الهيدروجينية مع الطاقين المنفصلين للحمض النووي (DNA) الأصل .

٣. مرحلة الامتداد Extanding (Elongation) :

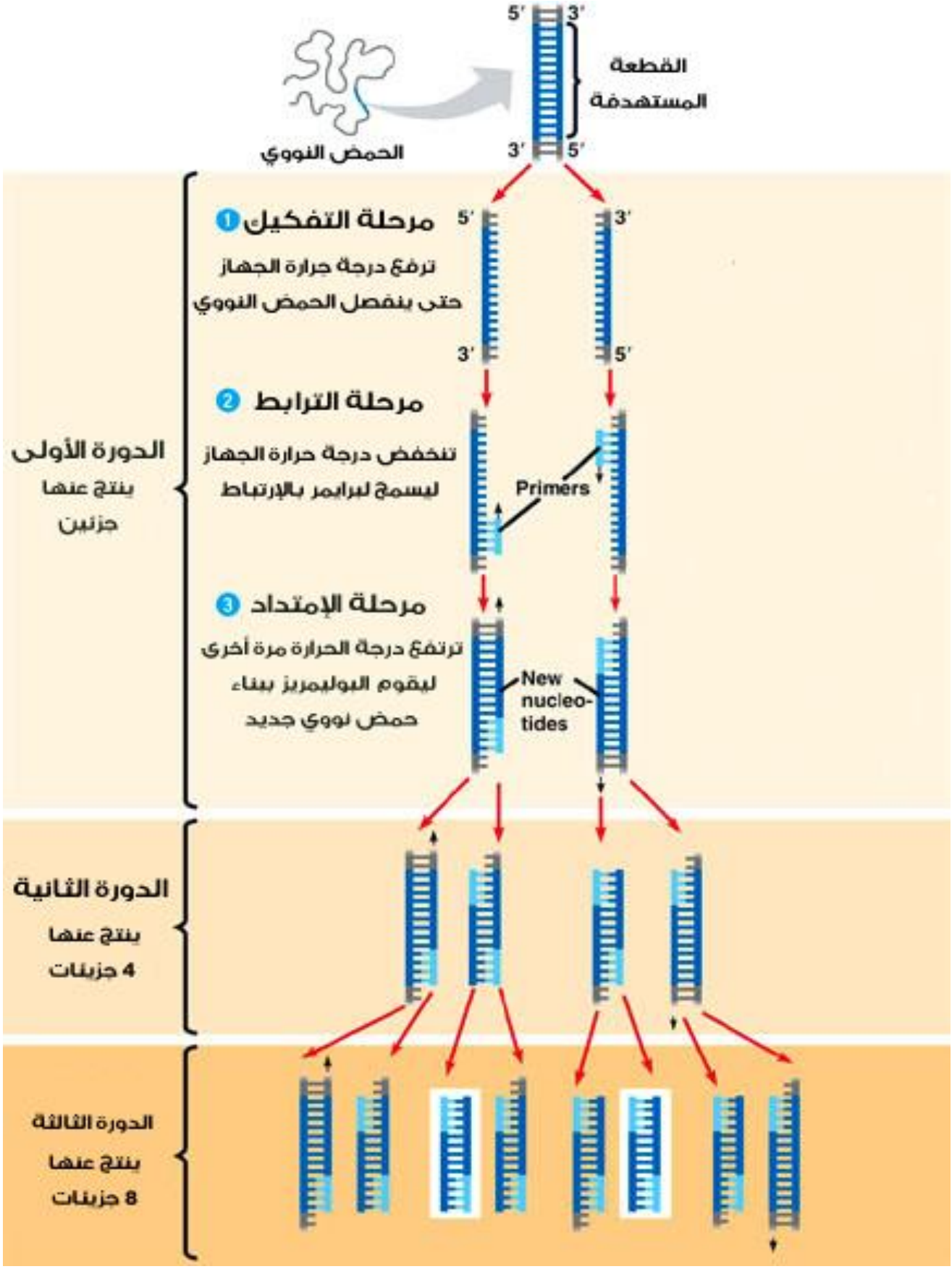
حيث يتم رفع درجة الحرارة إلى ٧٥ درجه مئويه ليقوم البوليميريز بعمله في بناء الحمض النووي (DNA) الجديد .

ملاحظه :

يمكن تطبيق تقنية (PCR) على الحمض النووي(RNA) وذلك بإجراء خطوه أولية وهي تكوين نسخة متممة من ال (DNA) تسمى (complementary DNA) ويرمز لها بالرمز (cDNA) وذلك بواسطة انزيم يسمى بانزيم الترانسكريبتيز المعكوس (Reverse Transcriptase) ليخضع بعدها ال (cDNA) لمراحل التضخيم السابقة وتعرف هذه التقنيه ب (RT – PCR)

وتعتبرالمراحل الثلاث السابقه دورة كاملة وفيها يصبح الحمض النووي (DNA) الأصل قد تضاعف وتعتمد كمية ناتج الحمض النووي (DNA) على عدد الدورات

ويوضح الشكل التالي مراحل عملية النسخ



وبعد الحصول على ال DNA المضخم يمكن الكشف عنه بعدة طرق اعتمادا على الغايه من تضخيمه ومن اهم واكثر هذه الطرق استخداما طريقة الترحيل الكهربائي باستخدام هلام الجل كوسط داعم (Agarose gel electrophoresis)

أنواع PCR :

هناك نوعان من PCR وهما :

١) ال PCR العادي
وهو ما تم شرحه والتطرق اليه في الخطوات السابقة

٢) Real time PCR (rtPCR)
وهذا النوع يقوم على نفس المبدأ ولكن الخلاف الوحيد يكون الجهاز مربتط بكمبيوتر لتحديد الوقت الحقيقي لبدأ التفاعل ومن ثم الكمية الحقيقية لعدد نسخ الحمض النووي (DNA) ويعتمد ذلك على وجود قواعد نيتروجينية حرة مشعة لتحديد ذلك . مما يسهل على الباحثين الوقت لتحديد وجود الجين المطلوب من عدمه وكمية الجين الموجوده بدون الوصول إلى نهاية الدورات الحرارية المحددة

تطبيقات PCR :

لتقنية PCR تطبيقات كثيرة في مجال أبحاث الحمض النووي (DNA) و الوراثة ومنها :

١) الكشف عن الطفرات الوراثية :
وذلك عن طريق وضع بريمر خاص للطفرة لتكثير الجين الخاص بها . ومنه نقوم بمعرفة المرض إذا كان على زوجي الكروموسومات أو على احدهما (allele) .

٢) تعين البصمة الوراثية .

٣) الكشف عن الفيروسات :
وهذه الطريق هي الأدق في تحديد نوع وجنس الفيروس وكميته.

٤) عملية التجميع الجيني (DNA Recombinant) :
حيث نقوم بتكثير الجين المراد إدخاله على البلازمد أو الحمض النووي (DNA) المضيف .

٥) تغير نهايات الجين لتصبح متوافقة مع إنزيمات القطع (Restriction enzyme) .

٦) تحديد تتابع القواعد النيتروجينية في الحمض النووي (DNA Sequencer) .

٧) معرفة طول الحمض النووي (DNA) .

٨) تقنية الحمض النووي (DNA) المكمل (Complementary DNA) .
٩) تحديد الجين المطلوب من خليط من الجينات .

١٠) يستخدم في تقنية (microarrays).
١١) في مشروع الخارطة الجينية البشرية (human genome project) .

١٢) الساوثرين بلوت (southern plot)

١٣) تقنية ارتباط الحمض النووي مع البروتين (DNA – Protein interaction) { .

١٤) في مجال الطب العدلي (اختبار الأمومة ، حالات الاغتصاب ، تحديد الهوية ... الخ) .

الجداول

مصطلحات Glosary

(أ)	
إبط	Axilla
إبينفيرين	Epinephrine
إجهاض	Abortion
أخصائي غدد صماء	Endocrinologist
أرق	Insomnia
أزيز التنفس	Wheeze
أسبراجين	Asparagine
إسقربوط	Scurvy
أشعة إكس	X - ray
أشعة فوق بنفسجية	Ultraviolet radiation
إطالة	Stretching
إعادة تأهيل	Rehabilitation
إفرازات	Discharges
إكزيما	Eczema
ألم	Pain
ألم المفاصل	Arthralgia
إمساك	Constipation
إمفزيما	Emphysema
أميبا	Ameoba
أندروجين	Androgen
أنسولين	Insulin
أنيميا أديسون	Addison Anemia
أبهر	Aorta
أيدز	AIDS
إيستروجين	Estrogen
احتباس حرارى	Global warming
ارتفاع ضغط الدم	Hypertension
استئصال الرحم	Hysterectomy
استئصال الزائدة الدودية	Appendectomy
استسقاء	Ascites
اكتئاب	Depression
التهاب الأذن	Otitis
التهاب الزائدة الدودية	Appendicitis
التهاب الشعب الهوائية	Bronchitis

Chronic bronchitis	التهاب الشعب الهوائية المزمن
Mumps	التهاب الغدة النكافية
Hepatitis virus C	التهاب الكبد الوبائى فيروس "سى "
Arthritis	التهاب المفصل
Rash	التهاب جلدى حاد (طفح جلدي)
Pneumonia	التهاب رئوي
Metastasis	انتشار المرض
Rupture	انفجار
Contraction	انقباض
Amenorrhea	انقطاع الطمث (الدوره الشهريه)
	(ب)
Amputation	بتر
Botulism	بتولية (تسمم غذائى)
Protein	بروتين
Frigidity	برود جنسى
Proline	برولين
Bradycardia	بطء ضربات القلب
Endometrium	بطانة الرحم
Abdomen	بطن
Bacteria	بكتريا
Spirochete	بكتيريا لولبية
Sputum	بلغم
Enuresis	بلل الفراش(التبول الليلي)
Puberty	بلوغ
Potassium	بوتاسيوم
Bilirubin	بيليروبين
	(ت)
Erosion	تآكل
Incontinence of urine	تبول لا إرادى
Blood clot	تخثر (تجلط) دموى
Electrocardiogram	تخطيط القلب الكهربائي
Massage	تدليك
Collarbone	ترقوة
Hair loss	تساقط الشعر
Testosterone	تستوستيرون
Diagnosis	تشخيص
Arteriosclerosis	تصلب الشرايين
Sterilization	تعقيم

Adam's apple	تفاحة آدم
Cirrhosis	تشمع
Laceration	تمزق
Autism	توحد
Tofu	توفو
Sleep apnea	توقف التنفس أثناء النوم
Tetanus	تيتانوس (الكزاز)
Tyrosine	تيروسين
	(ث)
Thereonine	ثريونين
Triglycerides	ثلاثي الكلسريد (الشحوم الثلاثيه)
	(ج)
Chickenpox	جُديرى مائى
Leprosy	جُذام
Prosthesis	جراحة ترقيعية
Rocket	جرجير
Antibody	جسم مضاد
Glucose	كلوكوز
Glycogen	كليكوجين (سكر الكبد) نشا حيواني
Fetus	جنين
Immune system	جهاز المناعة
Urinary system	جهاز بولي
Gene	جين
Sinuses	جيوب أنفية
	(ح)
Ureter	حالب
Lactic acid	حامض الحليب
Umbilical cord	حبل سري
Spinal cord	حبل شوكي
Pupil	حدقة
Iron	حديد
Sun burn	حرق الشمس
Cytokines	حركة خلوية
Rubella (german measles)	حصبة ألماني
Kidney stone	حصوة الكلى
Tubal pregnancy	حمل خارج الرحم
Hay fever	حمي القش

Meningitis	حمى شوكية
Embryo	حميل
larynx	حنجرة
Pelvis	حوض
Cyst	حويصلة
Sperm	حيوان منوي
	(خ)
Fertility	خصوبة
Testis	خصية
Yeast	خميرة
	(د)
Endometriosis	داء البطانة الرحمية
Tuberculosis	درن
Diphtheria	دفتريا
Dizziness	دوار
Menstrual cycle	دورة شهرية
Amebic dysentery	دوسنتريا أميبية
Hemodialysis	ديلزة الدم (غسيل كلوي)
	(ذ)
Angina	ذبحة صدرية
	(ر)
Ligament	رباط
Tendon	رباط
Asthma	ربو
Uterus	رحم
Aspergillus	رشاشية
Breast feeding	رضاعة طبيعية
Riboflavin	ريبوفلافين
	(ز)
Genital wart	زائدة جلدية تناسلية
Appendix	زائدة دودية
Kidney transplant	زرع الكُلى
Albumin	زلال
Zinc	زنك
Syphilis	زِهري
	(س)
Lymph	سائل ليمفي
Hot flash	سخونة بالوجه

Prostate cancer	سرطان البروستات
Breast cancer	سرطان الثدى
Leukemia	سرطان الدم
Cervical cancer	سرطان عنق الرحم
Whooping cough	سعال ديكى
Calorie	سعر حراري
Obesity	سمنة
Menopause	سن انقطاع الدورة
Serine	سيرين
Cystine	سيستين
Selenium	سيلنيوم
Retina	شبكية
Snoring	شخير
Muscle cramp	شد عضلي
Artery	شريان
Coronary artery	شريان تاجي
Bulimia	شهوة كلبية
	(ص)
Psoriasis	صدفية
Epilepsy	صرع
Platelets	صفائح دموية
Bile	صفراء
Sodium	صوديوم
	(ض)
Macrosomia	ضخامة الجسم
Diastolic pressure	ضغط انبساطى
Systolic pressure	ضغط انقباضى
Atrophy	ضمور
	(ط)
Ozone layer	طبقة الأوزون
Epithelium	طبقة خارجية
Spleen	طحال
Wheal	طفح جلدي
	(ع)
Disability	عجز
Spina bifida	عدم اكتمال الفقرات القطنية
Infection	عدوى
Sweat	عرق

Sciatica	عصب النسا
Optic nerve	عصب بصرى
Bone	عظمة
Lymph node	عقدة ليمفية
Hormone replacement therapy	علاج ببدائل الهرمون
Chemotherapy	علاج كيميائي
Hormonal therapy	علاج هرموني
Pathology	علم الأمراض
Labor	عملية الولادة
Cervix	عنق الرحم
Birth defect	عيب خلقى
Biopsy	عينة
(غ)	
Nausea	غثيان
Prostate gland	غدة البروستات
Thyroid gland	غدة درقية
Hymen	غشاء البكارة
Peritoneum	غشاء بريتوني
Uterine lining	غشاء مبطن للرحم
Mucous membrane	غشاء مخاطي
(ف)	
Valine	فالين
Anus	فتحة الشرج
Vulva	فرج
Blood Group	فصيلة الدم
Fungi	فطر
Memory loss	فقدان الذاكرة
Anemia	فقر الدم (أنيميا)
Fluoride	فلوريد
Hiccup	فواق (زغطة)
Formalin	فورمالين
Phosphorus	فوسفور
Folate	فولات
Fibrinogen	فيبرونوجين
Ascorbic acid	فيتامين جـ
Vitamins	فيتامينات
Enterovirus	فيروس معوي
Adenovirus	فيروسات الغدد

(ق)	
قثطرة	Catheter
قذف المنى	Ejaculation
قرحة	Ulcer
قرحة الزُهري	Chancre
قرحة الفراش	Bed sore
قرنية	Cornea
قشرة الرأس	Dander
قصر النظر	Myopia
قصور الإمداد الدموى	Ischemia
قلق	Anxiety
قناة	Duct
قناة مجري البول	Urethra
قيء	Vomiting
(ك)	
كاحل	Ankle
كافيين	Caffeine
كالسيوم	Calcium
كبد	Liver
كبريت	Sulfur
كثافة العظام	Bone density
كحت	Curettage
كرات الدم البيضاء	White blood cells =WBCs
كرات الدم الحمراء	Red blood cells =RBCs
كروموسوم	Chromosome
كسر الجمجمة	Skull fracture
كلاميديا	Chlamydia
كلور	Chlorine
كوبالت	Cobalt
كورتيزول	Cortisol
كوليرا	Cholera
كوليسترول	Cholesterol
كى	Cauterization
كيس الخصية	Scrotum
كيمياء حياتيه	Biochemistry
(ل)	
لادماغية (انعدام الدماغ)	Anencephaly
لقاح	Vaccine

Leucine	ليوسين
Lipoprotein	ليبوبروتين
Lysine	ليسين
Rickets	لين العظام
	(م)
Magnesuim	ماغنسيوم
Ovary	مبيض
Alzheimer	مرض النسيان (الزهايمر)
Chronic	مزمن
Rectum	مستقيم
Screening	مسح
Placenta	مشيمة
Antibiotic	مضاد حيوي
Antioxidant	مضاد للأكسدة
Antihistamine	مضاد للحساسية
Mineral	معدن
Joint	مفصل
Conjunctiva	ملتحمة
Methionine	ميثيونين
Contraception	منع الحمل
Vagina	مهبل
Albinism	مهق
Carbohydrates	مواد كربوهيدراتية
Manganese	منجنيز
Molybdenum	موليبدنيوم
Glaucoma	مياه زرقاء
	(ن)
Bone marrow	نخاع العظام
Amniotic fluid	نخط
Hemorrhage	نزيف
Tissue	نسيج
Starches	نشويات
Gout	نقرس
	(هـ)
Herpes	هربس
Genital herpes	هربس تناسلي
Melatonin hormone	هرمون الميلاتونين
Histidine	هستيدين

Hemoglobin	**هيموجلوبين**
Deoxyhemoglobin	**هيموجلوبين غير مؤكسده**
Osteoporosis	**هشاشة العظام**
Paranoia	**هوس**
Hypothalamus	**هيبوثالامس (جزء من المخ)**
	(و)
Acupuncture	**وخز بالإبر الصينية**
Tumor	**ورم**
Benign tumor	**ورم حميد**
Malignant tumor	**ورم خبيث**
Fibrocystic breast disease	**ورم ليفى بالثدى**
Vein	**وريد**
Preterm labor	**ولادة مبكرة**

تعاريف Definitions

Abortion الإجهاض
هو عملية طرد الجنين من الرحم ونتيجة لذلك يموت الجنين ويتم عمل الإجهاض إذا كانت الحامل ضعيفة الجسد لدرجة أن استمرار الحمل سيؤدى إلى موت الحامل

Acidosis الحموضة
هى حالة تكون بها نسبة البيكربونات فى الدم أقل من المعتاد ويمكن أن تنتج هذه الحالة نتيجة لزيادة نسبة الهيدروجين فى الجسم أو لفقد الكثير من القواعد

AIDS الإيدز
هو مرض نقص المناعة فى الجسم والفيروس المسبب لهذا المرض هو إتش آى في وهو مميت بنسبة ٩٠% للأشخاص الحاملين للمرض لمدة أكثر من عامين.

Alkalosis القلوية
هو عملية اضطراب السوائل فى الجسم ومن ثم يرتفع الرقم الهيدروجينى للدم أكبر من (7.4)

Ambylopia الغمش
الغمش هو حالة مزمنة للعين تبدو فيها الرؤية غير سليمة أو واضحة.

Aneuresm ورم وعائي
هو بروز يحدث فى الأوعية الدموية ويحدث فى الغالب نتيجة لتصلب الشرايين وارتفاع ضغط الدم، ويمكن حدوثه نتيجة لانسداد فى الأوعية الدموية والتى تؤدى بالتالى لسكتة قلبية.

Anorexia فقد الشهية
هو عملية فقد الشهية للطعام ومن ثم يكون الشخص غير قادر على تناول الطعام

Antibiotic مضاد حيوى
مواد تنتج من قبل بعض الكائنات الدقيقة مثل الفطريات ويكون لها القدرة على قتل أو منع نمو كائنات أخرى

Aqueous مائي
يشير هذا المصطلح إلى الماء أو محلول مائى

Arteriosclerosis تصلب الشرايين
هو زيادة سمك جدار الشرايين مما يفقدها ليونتها ويتصلب جدارها ومن ثم نقص فى توزيع الدم وخاصة للأقدام والمخ

Arthritis التهاب المفاصل
هو حالة التهاب وتضخم العظام المكونة للمفاصل وينتج عنها ألم مع عدم القدرة على ثنى المفصل

Asthma الربو
هو حالة تنفس تتميز بقلة الهواء الداخل إلى الرئتين مسببا عسر التنفس ومما يزيد الحالة سوءا نزلات البرد والحساسية وبعض الأطعمة

Astigmatism الاستجماتزم
هى حالة عدم استواء تقوس عدسة العين مما ينتج عنها تجمع أشعة الضوء المكونة للصورة فى أماكن وبؤر مختلفة على شبكية العين

Beri beri
هو مرض ناتج عن نقص الثيامين أو فيتامين ب١ ويكون خاص بأعصاب اليد والقدم

Bolus بلعة
البلعة هى كتلة الطعام الممضوغ والممزوج باللعاب والذى يمر عبر المريء إلى المعدة

Botulism التسمم الوشيقى
هو حالة تسمم الطعام بالبكتريا ناتجا عن سوء فى التعليب أو التسخين أو أى مرحلة أخرى من مراحل إعداد الطعام

Bursa كيس زلالى
هو كيس زلالى حول المفاصل وبعض الأربطة وهذا الكيس هو المسئول عن إفراز بعض السوائل التى تسهل حركة هذه الأربطة والمفاصل .

Bursitis التهاب الكيس الزلالى
و تحدث فى الغالب بسبب الضغوط الكبيرة الواقعة على المفاصل

Cartilage غضروف
الغضروف هو نسيج ضام كثيف وطرى ويربط بين الكثير من عظام الجسم

Cataract الماء الأزرق
عتامة توجد على عدسة العين أو على غلاف العدسة

Chickenpox جدرى الماء
هو مرض فيروسى معدٍ، من أعراضه وجود بقع على الجلد وحكة وضعف عام ورغبة فى القيء وحمى وطفح جلدى

Cholera كوليرا
الكوليرا من أشهر الأمراض المعدية التى تسببها البكتريا ودائما تبدأ أعراض الإصابة بها بإسهال شديد وقد تؤدي الى الوفاة

Cholesterol الكوليستيرول
الكوليستيرول مادة دهنية توجد فى دهون الحيوانات والزيوت ومح البيض وجسم الإنسان، وهو ضرورى لتخليق فيتامين د على سطح الجلد ومطلوب لتخليق بعض الهرمونات مثل الهرمونات الجنسية

Chromosome الصبغيات
هى مركبات عصوية الشكل توجد فى نواة كل خلية وهى التى تحمل الجينات الخاصة بحمل المعلومات الوراثية

Chyme كيموس
هو مادة شبه سائلة وسميكة وصمغية القوام ناتجة من هضم الغذاء فى المعدة

Cilia أهداب
هى شعيرات تشبه الرموش توجد فى قناة فالوب وفى الطبقة المخاطية للأنف وهى تعمل كمصفاة أو لدفع المواد فى حركة موجية

Cirrhosis تليف الكبد
هى عملية تغليف الكبد بطبقة من نسيج شعرى مما يؤدى إلى تحطيم النسيج الكبدى ومن ثم يصبح الكبد مليئًا بالدهون وينتج فى الغالب من كثرة تعاطى الكحوليات ويمكن أن يحدث بسبب سوء التغذية والتهاب الكبد المزمن

Collagen كولاجين
الكولاجين عبارة عن حزمة من الشعيرات مكونة من البروتين والتى تكون نسيجا ضاما وهو يدخل فى تكوين الغضاريف والأربطة

Constipation الإمساك
الإمساك هو صعوبة التخلص من الفضلات التى توجد بداخل الأمعاء وهى تنتج فى الغالب من الأغذية القليلة

Coronary Bypass
هى نوع من عمليات القلب المفتوح ويتم فيها تغيير أحد الشرايين المسدودة بآخرَ وتساعد فى التخلص من الذبحة الصدرية

Costal ضلعى
مصطلح ضلعى يشير إلى الضلوع

DNA
هو المكون الرئيسى للصبغيات و ال دي إن اي هو الذى يحمل المعلومات الوراثية وهو يتكون من جزيئات سكر وفوسفات وقاعدة نيتروجينية

Dialysis إنفاذ
هى عملية تصفية الدم لإزالة المواد الصلبة من الدم مثل السميات والأدوية وهذه العملية تستخدم دائما فى حالات الفشل الكلوى وتتم هذه العملية عن طريق الكليتين فى الشخص السليم

Diarrhea الإسهال
الإسهال هو خروج البراز فى صورة سائلة وإذا لم يعالج الإسهال ينتج الجفاف

Down 's Syndrome
عيب وراثى فى الجنين يتميز بوجود تخلف عقلى وتحدث هذه الحالة بنسبة ١ لكل ٦٠٠ إلى ٦٥٠ حالة وتزداد هذه النسبة إلى ١ فى ٨٠ حالة إذا كانت الأم الحامل أكبر من ٤٠ سنة

Dysentery زحار
الزحار هو التهاب الأمعاء نتيجة وجود أى مثير بداخلها ربما يكون كيميائي او بكتريا أو حيوان أولى أو أي طفيل آخر ويحدث الزحار عند عدم توافر مستوى صحي ونظافي مناسب ومن أعراضها التبرز بولا به دم وألم معوى

Elastin إيلاستين
الإيلاستين هو ذلك البروتين الذى يدخل فى تركيب شعيرات النسيج المرن الأصفر وهذا النسيج يوجد فى الأذن الخارجية والقناة السمعية

Embryo الجنين
هو المرحلة الأولى من عملية نمو الجنين وبالتحديد الست إلى ثمانية أسابيع الأولى بعد عملية إخصاب البويضة

Emesis القيء
هو عملية إخراج محتوى المعدة إلى الخارج عبر المريء

Enzyme إنزيم
مركبات عضوية حياتيه تصنع من قبل الغدد داخل الجسم وتعمل كعوامل حفز لإسراع التفاعلات الحيويه داخل الجسم

Epilepsy الصرع
هو اضطراب الجهاز العصبى يتميز بوجود تشنجات عصبية واضطراب الإحساس وسلوك غير طبيعى للمريض

Estrogen استروجين
هو أحد الهرمونات الانثويه التى تساعد فى عملية إظهار الصفات الانثويه الثانوية مثل تطور ونمو الثدى

Fetus جنين
هو الطفل قبل الولادة ، وبالتقريب هو الجنين بعد فترة من ستة إلى ثمانية أسابيع بعد الحمل وقبل الولادة

Finger Print بصمة
البصمة هى خطوط مختلفة تقع فى أطراف الأصابع وهذه البصمة تختلف من شخص إلى آخر حتى الأخوة الأشقاء

Gallstones حصاة صفراوية
هى الحصوات التى تتكون فى القناة الصفراوية وكيس المراره وهى تتكون من صبغات صفراوية متحوصلة بالإضافة إلى أملاح كالسيوم والتي تسبب مرض الصفراء في حالة عدم التخلص منها عبر الجهاز الهضمي نتيجة خلل ما والذى من أعراضه الإحساس بألم فى الجهة اليمنى من البطن

German Measles حصبة ألمانية
مرض فيروسى ينتج عنه هرش فى الجلد والتهاب الأغشية المخاطية

Gestation حمل
الحمل هو الفترة من إخصاب البويضات حتى وضع الجنين وهى ٢٦٦ يوما للإنسان

Gingivitis التهاب اللثة
التهاب اللثة يتميز باحمرار اللثة وانتفاخها ونزيف وهى تنتج من عدم الاعتناء بالفم ويمكن أن تحدث لأسباب أخرى مثل الحمل

Gout النقرس

النقرس هو مرض ناتج عن فشل فى تمثيل حمض البوليك (uric acid) وينتج عنه ألم فى المفاصل وخاصة فى الأصبع الأكبر للقدم ويتميز النقرس بزيادة حمض البوليك فى الدم ويسمى النقرس باسم مرض الملوك

Hematoma ورم دموى

تجمع الدماء التى تخرج من الأوعية الدموية داخل أنسجة الجلد أو الأعضاء

Hepatitis التهاب الكبد

من أنواع الالتهاب الكبدى الالتهاب الكبدى الوبائى أ والالتهاب الكبدى ب والذى يؤدى إلى التهاب الكبد ومن أعراضه اليرقان واصفرار العين وأنسجة الجلد والذى يحدث بسبب تراكم البليروبين بالدم

Herpes قوباء

الهربس هو أحد الأمراض الفيروسية التى تعمل على وجود تجمعات عقدية فى الجلد والذى يؤدى إلى هرش فى الجلد وتجمع كمية من السائل فى الأغشية المخاطية ومن أنواعه النوع ١ والذى يحدث فى المناطق الجلدية وخاصة حول الفم والأنف والنوع ٢ والذى يحدث حول المناطق الجنسية

Infection عدوى

العدوى هى عملية غزو الجسم ببعض الميكروبات مثل الفيروسات أو البكتريا والتى تحدث المرض

Influenza أنفلوانزا

هو مرض فيروسى معدى والذى يؤدى في الغالب إلى احتقان فى الحلق مع إرهاق.

Iodine يود

هو أحد العناصر الأساسية التى توجد فى الجسم و ٨٠% من اليود الخاص بالجسم يوجد فى الغدة الدرقية

Jaundice اليرقان

اليرقان هو تلون لون الجلد إلى اللون الأصفر وكذلك الأغشية المخاطية والعين وذلك نتيجة لوجود كمية كبيرة من مادة البيلوروبين فى الدم

Kidney Stones حصوة كلوية

الحصوة الكلوية تتكون من الأملاح المعدنية والتى تتجمع فى الكلية والمثانه والمجاري البوليه

Leprosy الجذام

و يسمى مرض هانزينز وهو مرض معدٍ ينتقل عن طريق ميكوبكتريا لبرا

Leukemia ابيضاض الدم

هو مرض سرطانى فى الدم و يتميز بزيادة عدد كريات الدم البيضاء فى الدم

Malaria ملاريا

هو مرض طفيلى يسببه الطفيل بلازموديوم الملاريا والذى يحمل عن طريق بعوضة الأنوفيليس الأنثى منها فقط حيث تتغذى على دم الإنسان وتنقله من المريض إلى الشخص السليم

Mastectomy استئصال الثدى
عملية جراحية يتم فيها استئصال أحد الثديين أو كليهما ربما بسبب سرطان

Measles الحصبة
هو مرض فيروسى من أهم أعراضه هرش بالجلد

Melanoma ورم ملانى
هو ورم بالجلد مع حدوث تجمع لصبغات بنية ويكون سريع الانتشار

Meningitis التهاب السحايا
هو أى التهاب يحدث فى الأغشية المغلفة للمخ وعادة ما يحدث نتيجة لإصابات بكتيرية

Mucous مخاطى
هو سائل سميك يفرز من الغدد المخاطية وهو رطب زيتى ويحتوى على الميوسين ومن وظائفه حماية الجسم من الاحتكاك بمكوناته الأخرى

Multiple Sclerosis تصلب متعدد
التصلب المتعدد مرض يتميز بوجود عقد نسيجية على المخ أو الحبل الشوكى ويصاحبه فى الغالب شلل جزئى أو كامل

Mumps التهاب الغدد النكفية
هو مرض فيروسى معدٍ والذى يؤدى إلى انتفاخ الغدد اللعابية و ربما يصيب الخصيتين والمبيضين مسببا عقمًا

Muscular Dystrophy حثل عضلى
هو مرض وراثى يتميز بحدوث ضمور فى العضلات

Myocardial Infarction
انسداد فى الشرايين المغذيه لعضلة القلب و ينتج عن تصلب الشرايين أو تجلط الدم بالأوعية الدمويه

Nerve عصب

العصب هو ناقل الإشارات العصبية والذى يصل المخ والحبل الشوكى مع باقى أجزاء الجسم

Node عقدة
هو انتفاخ أو تضخم أحد الأنسجة بسبب مرض مثل روماتيزم المفاصل ومنها أيضا انتفاخات بسيطة مثل العقد الليمفاوية

Norepinephrine نورابينفرين
هو أحد الهرمونات التى تفرز من الغدة فوق الكلوية والذي يعمل على ارتفاع ضغط الدم وذلك عن طريق تقليل قطر الأوعية الدموية ولكن هذا الهرمون لا يؤثر على كمية الدم الخارج من القلب

Paralysis شلل
الشلل هو فقد العضلات لوظيفتها كليا أو جزئيا أو فقد الإحساس أو كليهما

Pellagra بلاجرا
هو مرض ناتج عن نقص النياثين وهو أحد عناصر فيتامين ب المركب ويؤدى إلى التهاب أطراف الأصابع واضطراب فى الجهاز الهضمى وأعراض عصبية

Phenylketonuria بله فينيل كيتونية
هو أحد الأمراض الخاصة بالاطفال حديثي الولاده ناتج عن عدم القدرة على إنتاج بعض الأحماض الأمينية مثل الفينيل ألينين (phenyl Alanine)

Phlebitis التهاب الوريد
هو التهاب يصيب الأوعية الدموية

Rabies سعار
هو مرض فيروسى ينتقل عن طريق لعاب الكلاب وباقى الحيوانات وهو يؤثر على الجهاز العصبى ويؤدى إلى الجنون وفى النهاية يؤدى إلى الوفاة إذا لم يعالج

Radical Mastectomy
عملية جراحية يتم فيها استئصال الثديين والعضلة الصدرية الكبرى والعقد اللمفاوية الخاصة بالإبط وذلك فى حالات سرطان الثدى المتقدم

Renal كلوى
مصطلح يشير إلى اي شيء له علاقة بالكلية

Rheumatic Fever حمى روماتيزميه
مرض حاد دائما يعود للمريض بعد شفائه يتميز بالحمى وألم فى المفاصل ونزيف فى الأنف وألم فى المعدة وقيء وعادة ما يحدث عند الأطفال والبالغين ويؤدى فى الغالب إلى مشاكل فى القلب

RNA
الحمض النووى منقوص الأكسجين وهو الذى يحمل المعلومات الورائية من ال دى إن إيه إلى ريبوز الخلية

Rickets كساح
مرض ينتج عن نقص فيتامين د والكالسيوم والفوسفور يحدث غالبا لدى الأطفال ويؤدى إلى نمو العظام نموا غير طبيعي

Rubella الحصبة الألمانية
مرض فيروسى ينتج عنه حكه بالجلد

Scarlet Fever الحى القرمزية
حمى تسببها بكتريا ستربتوكوكس بيوجينز ومن أعراضها احتقان فى الحلق

Scurvy الإسقربوط
مرض ناتج عن نقص فيتامين ج فى الغذاء ومن أعراضه لثة كثيرة المسام ونزيف من الجلد والأغشية المخاطية

Sebum دهن
سائل دهني القوام يفرز من الغدد الدهنية ويحمى الجلد من الجفاف عند التعرق

Secrtin سكريتين
هو هورمون يفرز من الخلايا المبطنة للأمعاء ويساعد في عملية هضم الغذاء

Semen المنى
هو مزيج السائل الذى تفرزه البروستاتا، والحيوانات المنوية

Septicemia تسمم الدم
حالة وجود البكتريا وسمومها فى الدم
Sickle Cell Anemia أنيميا الخلايا المنجلية
مرض خطير وراثى تتحول فيه خلايا الدم الحمراء إلى الشكل المنجلى ومن ثم لا تستطيع تأدية وظيفتها

SmallPox الجدرى
مرض معدٍ يسببه فيروس يؤدى إلى نزيف فى الكلية والرئة

Somatotropin هورمون النمو
أحد الهورمونات التى تفرزها الغدة النخامية والذى ينظم عملية النمو

Spina Bifida
حدوث خلل فى الأنبوبة العصبية للوليد مما يؤدى إلى خلل فى الحبل الشوكى

Stroke سكتة دماغية
حالة حدوث جلطة أو نزيف فى المخ مما يؤدى إلى فقد الشعور والحركات الإرادية وهى تنتج من نقص الأكسجين الواصل إلى المخ.

Synovial زلالى
سائل شفاف لزج يفرز من الغشاء الزلالى والذى يعمل كمزيت للمفاصل والأربطة

Syphilis الزهرى
مرض جنسي معدٍ ينتج عن طريق الاتصال الجنسى مع شخص مصاب ويمكن نقله من الأم الحامل إلى جنينها عن طريق المشيمة ويسببه ميكروب يسمى تريبونيميا باليديم

Tendon رباط
نسيج ضام لين يعمل على ربط العضلات بالعظام

Testosterone تستوستيرون
أحد هرمونات الخصية والذى SH الهرمون مثير الدرقية
هو أحد الهرمونات التى يفرزها الفص الأمامى من الغدة النخاميه وهو يعمل على نمو الغدة الدرقية وتحفيزها على إفراز هرموناتها

Thyroxine الثيروكسين
هو أحد الهرمونات التى تحتوى على اليود والذى تفرزه الغدة الدرقية ويعمل على تنظيم معدل الأيض والنمو ونمو الأعضاء التناسلية

Triiodothyronine
هو هورمون تفرزه الغدة الدرقية يحتوى على اليود ولكن بنسبة أقل من التى يحتويها هورمون الثيروكسين ومن وظائفه تنظيم عملية النمو ودرجة حرارة الجسم

Tumor ورم سرطانى
مجموعة من الخلايا غير الطبيعية فى الجسم تنمو موضعيا أو تنتشر وربما تكون حميدة أو خبيثة

Ulcer
أحد إصابات الجلد التى تتميز بوجود ما يشبه الكسر (القرحة) فى الجلد دائما ما يكون بسبب العدوى أو الالتهابات أو أى ورم سرطانى، وتتميز بوجود قيح.

Urea يوريا
هى أكثر مكونات البول شيوعا وهى عبارة عن مركب نيتروجيني غير بروتيني

Urine بول
سائل مائى شفاف حامضى التفاعل قليلا يفرز عن طريق الكليتين ويحتوي على كل المواد الفائضه والتي لايحتاجها الجسم

Vaccine طعم او لقاح
عملية التطعيم ضد الميكروبات عن طريق ميكروبات ضعيفة أو ميتة للوقاية من الكثير من الأمراض

Varicose Veins دوالى
هى أشهر الأمراض التى تصيب الأوردة حيث تصبح الأوردة ملتفة وطويلة وغالبا ما تصيب أرجل النساء

Venereal Disease أمراض جنسية
مجموعة من الأمراض تنقل من الرجل إلى المرأة أو العكس عن طريق المعاشرة الجنسية

Zygote الزيجوت
الزيجوت أو اللاقحة هى البويضة بعد تخصيبها بالحيوان المنوى

Zymosis
مصطلح يطلق على تطور الأمراض المعدية

جدول رقم (١) الاوزان الذريه النسبيه للعناصر

	Name	Symbol	Atomic No	Atomic weight
1	Actinium	Ac	89	-
2	Aluminium	Al	13	26.9815
3	Americium	Am	95	-
4	Antimony	Sb	51	121.75
5	Argon	Ar	18	39.948
6	Arsenic	As	33	74.9216
7	Astatine	At	85	-
8	Barium	Ba	56	137.34
9	Berkelium	Bk	79	-
10	Beryllium	Be	4	9.01218
11	Bismuth	Bi	83	208.9806
12	Bohrium	Bh	107	264
13	Boron	B	5	10.81
14	Bromine	Br	35	79.904
15	Cadmium	Cd	48	112.40
16	Caesium	Cs	55	132.9055
17	Calcium	Ca	20	40.08
18	Californium	Cf	98	-
19	Carbom	C	6	12.011
20	Cerium	Ce	58	140.12
21	Chlorine	Cl	17	35.453
22	Chromium	Cr	24	51.996
23	Cobalt	Co	27	58.9332
24	Copernicium	Cn	112	285
25	Copper	Cu	29	63.54
26	Curium	Cm	96	-
27	Darmstadium	Ds	110	271
28	Dubnium	Db	105	262
29	Dysprosium	Dy	66	162.50
30	Einsteinium	Es	99	-
31	Erbium	Er	68	167.26
32	Europium	Eu	63	151.96
33	Fermium	Fm	100	-
34	Fluorine	F	9	18.9984
35	Francium	Fr	87	-
36	Gadolinium	Gd	64	157.25
37	Gallium	Ga	31	69.72
38	Germanium	Ge	32	72.59
39	Gold	Au	79	196.9665

	Name	Symbol	Atomic No	Atomic weight
40	Hafnium	Hf	72	178.49
41	Hassium	Hs	108	277
42	Helium	He	2	4.00260
43	Holmium	Ho	67	164.9303
44	Hydrogen	H	1	1.0080
45	Indium	In	49	114.82
46	iodine	I	53	126.9045
47	Iridium	Ir	77	192.22
48	Krypton	Kr	36	83.80
49	Lanthanum	La	57	138.9055
50	Lead	Pb	82	207.2
51	Lithium	Li	3	6.94
52	Lawrencium	Lr	103	262
53	Lutetium	Lu	71	174.97
54	Magnesium	Mg	12	24.305
55	Manganese	Mn	25	54.9380
56	Meitnerium	Mt	109	268
57	Mendelevium	Md	101	-
58	Mercury	Hg	80	200.59
59	Molybdenum	Mo	42	95.94
60	Neodymium	Nd	60	144.24
61	Neon	Ne	10	20.179
62	Neptunium	Np	93	-
63	Nickel	Ni	28	58.71
64	Niobium	Nb	41	92.9064
65	Nitrogen	N	7	14.0067
66	Nobelium	No	102	-
67	Osmium	O_5	76	190.2
68	Oxygen	O	8	15.9994
69	Palladium	Pd	46	106.4
70	Phosphorus	P	15	30.9738
71	Platinum	Pt	78	195.90
72	Plutonium	Pu	94	-
73	Polonium	Po	84	-
74	Potassium	K	19	39.102
75	Praseodymium	Pr	61	140.9077
76	Promethium	Pm	61	-
77	Protactinium	Pa	91	-
78	Radium	Ra	88	-
79	Radon	Rn	86	-
80	Rhenium	Re	75	186.2
	Name	Symbol	Atomic No	Atomic

				weight
81	Rhodium	Rh	45	102.9055
82	Roentgenium	Rg	111	272
83	Rubidium	Rb	37	85.407
84	Ruthenium	Ru	44	101.07
85	Rutherfordium	Rf	104	261
86	Samarium	Sm	62	150.36
87	Seaborgium	Sg	106	266
88	Scandium	Sc	21	44.9559
89	Selenium	Se	34	78.96
90	Silicon	Si	14	28.086
91	Silver	Ag	47	107.868
92	Sodium	Na	11	22.9898
93	Strontium	Sr	38	87.62
94	Sulpher	S	16	32.06
95	Tantalum	Ta	73	180.947
96	Technetium	Tc	43	-
97	Tellurium	Te	52	127.60
98	Terbium	Tb	65	158.9254
99	Thallium	Tl	81	204.37
100	Thorium	Th	90	232.0381
101	Thulium	Tm	69	168.9342
102	Tin	Sa	50	118.69
103	Titanium	Ti	22	47.90
104	Tungsten	W	74	183.85
105	Uranium	U	92	238.029
106	Ununbiom	Uub	112	285
107	Ununhexium	Uuh	116	292
108	Ununoctium	Uuo	118	294
109	Ununpentium	Uup	115	288
110	Ununquadium	Uuq	114	289
111	Ununseptium	Uus	117	290
112	Ununtrium	Uut	113	284
113	Vanadium	V	23	50.941
114	Xenon	Xe	54	131.30
115	Ytterbium	Yb	70	173.04
116	Ytterium	Y	39	88.9059
117	Zinc	Za	30	65.37
118	Zirconium	Zr	40	91.22

جدول رقم (٢) القيم الطبيعيه لمكونات الدم الكيمياويه

1) Ions and trace metals

Test	Lower limit	Upper limit	Unit
Sodium (Na)	135, 137	145, 147	mmol/L or mEq/L[
	310, 320	330, 340	mg/dl
Potassium (K)	3.5, 3.6	5.0, 5.1	mmol/L or mEq/L
	14	20	mg/dl
Chloride (Cl)	95, 98, 100	105, 106, 110	mmol/L or mEq/L[
	340	370	mg/dl
Ionized calcium (Ca)	1.03, 1.10	1.23, 1.30	mmol/L
	4.1, 4.4	4.9, 5.2	mg/dL
Total calcium (Ca)	2.1, 2.2	2.5, 2.6, 2.8	mmol/L
	8.4, 8.5	10.2, 10.5	mg/dL
Total serum iron (TSI) - male	65, 76	176, 198	µg/dL
	11.6, 13.6	30, 32, 35	µmol/L
Total serum iron (TSI) - female	26,[7] 50[16]	170[7][16]	µg/dL
	4.6, 8.9	30.4	µmol/L
Total serum iron (TSI) - newborns	100	250	µg/dL
	18[	45	µmol/L
Total serum iron (TSI) - children	50	120	µg/dL
	9	21	µmol/L
Total iron-binding capacity (TIBC)	240, 262	450, 474	µg/dL
	43, 47	81, 85	µmol/L
Transferrin	190, 194, 204	326,] 330, 360	mg/dL
	25	45	µmol/L
Transferrin saturation	20	50	%
Ferritin - Male	12[21]	300	ng/mL
	27	670	pmol/L
Ferritin - Female	12	150	ng/mL
	27	330	pmol/L
Ammonia	10, 20	35, 65	µmol/L
	17, 34	60, 110	µg/dL
Copper	70	150	µg/dL
	11	24	µmol/L
Ceruloplasmin	15	60	mg/dL
	1	4	µmol/L
Phosphate (HPO_4^{2-})	0.8	1.5	mmol/L

Inorganic phosphorus (serum)	1.0	1.5	mmol/L
	3.0	4.5	mg/dL
Copper (Cu)	11	24	µmol/L
Zinc (Zn)	60, 72	110, 130	µg/dL
	9.2, 11	17, 20	µmol/L
Magnesium	1.5, 1.7	2.0, 2.3	mEq/L or mg/dL
	0.6, 0.7	0.82, 0.95	mmol/L

2) Acid-base and blood gases

Test	Arterial/Venous	Lower limit	Upper limit	Unit
pH	Arterial	7.34, 7.35	7.44, 7.45	
	Venous	7.31	7.41	
$[H^+]$	Arterial	36	44[1]	nmol/L
		3.6	4.4	ng/dL
Base excess	Arterial & venous[36]	-3	+3	mEq/L
oxygen partial pressure (pO_2)	Arterial pO_2	10, 11	13, 14	kPa
		75, 83	100, 105	mmHg or torr
	Venous	4.0	5.3	kPa
		30	40	mmHg or torr
Oxygen saturation	Arterial	94, 95, 96	100	%
	Venous	Approximately 75		
Carbon dioxide partial pressure (pCO_2)	Arterial pCO_2	4.4, 4.7	5.9, 6.0[1]	kPa
		33, 35	44, 45	mmHg or torr
	Venous	5.5	6.8	kPa
		41	51	mmHg or torr
Absolute content of carbon dioxide (CO_2)	Arterial	23[1]	30	mmol/L
		100	132	mg/dL
Bicarbonate (HCO_3^-)	Arterial & venous	18	23	mmol/L
		110	140	mg/dL
Standard bicarbonate (SBC_e)	Arterial & venous	21, 22	27, 28	mmol/L or mEq/L[6]

3) Endocrinology

a) Sex hormones

Test	Patient type	Lower limit	Upper limit	Unit
Dihydrotestosterone	adult male	30	85	ng/dL
Testosterone	Male, overall	8,[10	27, 35	nmol/L
		230, 300	780 - 1000	ng/dL
	Male < 50 years	10	45	nmol/L
		290	1300	ng/dL
	Male > 50 years	6.2	26	nmol/L
		180	740	ng/dL
	Female	0.7	2.8 - 3.0	nmol/L
		20	80 - 85	ng/dL
17-Hydroxyprogesterone	male	0.06	3.0	mg/L
		0.18	9.1	µmol/l
	Female (Follicular phase)	0.2	1.0	mg/L
		0.6	3.0	µmol/l
Follicle-stimulating hormone (FSH) -more detailed menstrual cycle ranges in separate diagram	Prepubertal	<1	3	IU/L
	Adult male	1	8	
	Adult female (follicular and luteal phase)	1	11	
	Adult female (Ovulation)	6 95% PI (standard)	26 95% PI)	
		5 90% PI (used in diagram)	15 (90% PI)	
	Post-menopausal female	30	118	
Luteinizing hormone (LH) -more detailed menstrual cycle ranges in separate diagram	Female, peak	20 90% PI (used in diagram)	75 (90% PI)	IU/L
	Female, post-menopausal	15	60	
Estradiol (an estrogen) -more detailed ranges in estradiol article	Adult male	50	200	pmol/L
		14	55	pg/mL
	Adult female (day 5 of follicular phase, and luteal phase)	70	500, 600	pmol/L
		19	140, 160	pg/mL
	Adult female - free (not protein bound)	0.5	9	pg/mL
		1.7	33	pmol/L
Post-menopausal female	N/A[90]	< 130	pmol/L	

	N/A[91]	< 35	pg/mL	
Progesterone -more detailed ranges in Progesterone article	Female in mid-luteal phase (day 21-23)	17, 35	92	nmol/L
		6, 11	29	ng/mL
Androstenedione	Adult male and female	60	270	ng/dL
	Post-menopausal female		< 180	
	Prepubertal		< 60	
SHBG -more detailed ranges in SHBG article	Adult female	40	120	nmol/L
	Adult male	20	60	

b) Thyroid hormones

Test	Patient type	Lower limit	Upper limit	Unit
Thyroid stimulating hormone (TSH or thyrotropin)	Adults - standard range	0.3,0.4,0.5,0.6	4.0, 4.5, 6.0	mIU/L or µIU/mL
	Adults - optimal range	0.3, 0.5	2.0, 3.0	mIU/L or µIU/mL
	Infants	1.3	19	mIU/L or µIU/mL
Free thyroxine (FT4) -more detailed ranges in Thyroid function tests article	Normal adult	0.7, 0.8	1.4, 1.5, 1.8	ng/dL
		9, 10, 12	18, 23	pmol/L
	Child/Adolescent 31 d - 18 y	0.8	2.0	ng/dL
		10	26	pmol/L
	Pregnant	0.5	1.0	ng/dL
		6.5	13	pmol/L
Total thyroxine		4, 5.5	11, 12.3	µg/dL
		60	140, 160	nmol/L
Free triiodothyronine (FT3)	Normal adult	0.2	0.5	ng/dL
		3.1	7.7	pmol/L
	Children 2-16 y	0.1	0.6	ng/dL
		1.5	9.2	pmol/L
Total triiodothyronine		60, 75	175, 181	ng/dL
		0.9, 1.1	2.5, 2.7	nmol/L
Thyroxine-binding globulin (TBG)		12	30	mg/L
Thyroglobulin (Tg)		1.5	30	pmol/L
		1	20	µg/L

c) Other hormones

Test	Patient type	Lower limit	Upper limit	Unit
Adrenocorticotropic hormone (ACTH)		4.4	18, 22	pmol/L
		20	80, 100	pg/mL
Cortisol	09:00 am	140	700	nmol/L
		5	25	µg/dL
	Midnight	80	350	nmol/L
		2.9	13	µg/dL
Growth hormone (fasting)		0	5	ng/mL
Growth hormone (arginine stimulation)		7	n/a	ng/mL
IGF-1 -more detailed ranges in IGF-1 article	Female, 20 yrs	110	420	ng/mL
	Female, 75 yrs	55	220	
	Male, 20 yrs	160	390	
	Male, 75 yrs	48	200	
Prolactin -more detailed ranges in Prolactin article	Female	71, 105	348, 548	mIU/L
		3.4, 3.9	16.4, 20.3	µg/L
	Male	58, 89	277, 365	mIU/L
		2.7, 3.3	13.0, 13.5	µg/L
Parathyroid hormone (PTH)		10, 17	65, 70	pg/mL
		1.1, 1.8	6.9, 7.5	pmol/L
25-hydroxycholecalciferol (a vitamin D) -Standard reference range		8, 9	40, 80	ng/mL
		20, 23	95, 150	nmol/L
25-hydroxycholecalciferol -Therapeutic target range		30, 40	65, 100	ng/mL
		85, 100	120, 160	nmol/L
Plasma renin activity		0.29, 1.9	3.7	ng/(mL*hour)
		3.3, 21	41	mcU/mL
Aldosterone -more detailed ranges in Aldosterone article	Adult		19, 34.0	ng/dL
			530, 940	pmol/L
Aldosterone-to-renin ratio -more detailed ranges in Aldosterone/renin ratio article	Adult		13.1, 35.0	ng/dl per ng/(mL·h)
			360, 970	pmol/liter per µg/(L·h)

4) Liver function

Test	Patient type	Lower limit	Upper limit	Unit
Total Protein		60, 63	78, 82, 84	g/L
Albumin		35	48, 55	g/L
		3.5	4.8, 5.5	U/L
		540	740	µmol/L
Globulins		23	35	g/L
Total Bilirubin		1.7, 2, 3.4, 5	17, 22, 25	µmol/L
		0.1, 0.2, 0.29	1.0, 1.3, 1.4	mg/dL
Direct/Conjugated Bilirubin		0.0 or N/A	5, 7	µmol/L
		0	0.3, 0.4	mg/dL
Alanine transaminase (ALT/ALAT[3])		5, 7, 8	20, 21, 56	U/L
	Female	0.15	0.75	µkat/L
	Male	0.15	1.1	
Aspartate transaminase (AST/ASAT[3])	Female	6	34	IU/L
		0.25	0.60	µkat/L
	Male	8	40	IU/L
		0.25	0.75	µkat/L
Alkaline phosphatase (ALP)	Female	42	98	U/L
	Male	53	128	
	(Enzyme activity)	0.6	1.8	µkat/L
Gamma glutamyl transferase (GGT)		5, 8	40, 78	U/L
	Women		0.63	µkat/L
	Men		0.92	µkat/L
		134	170	mg/dL

5) Toxins

Test	Limit type	Limit	Unit
Lead	Optimal health range	< 20[10] or 40[15]	µg/dL
Ethanol	Limit for drunk driving	0,[126] 0.2,[126] 0.8[126]	‰ or g/L
		17.4[127]	mmol/L

6) Lipids

Test	Patient type	Lower limit	Upper limit	Unit
Triglycerides	10 – 39 years	54[15]	110[15]	mg/dL
		0.61[57]	1.2[57]	mmol/L
	40 – 59 years	70[15]	150[15]	mg/dL
		0.77[57]	1.7[57]	mmol/L
	> 60 years	80[15]	150[15]	mg/dL
		0.9[57]	1.7[57]	mmol/L
Total cholesterol		3.0,[58] 3.6[6][58]	5.0,[3][59] 6.5[6]	mmol/L
		120,[7] 140[6]	200,[7] 250[6]	mg/dL
HDL cholesterol	female	1.0,[60] 1.2,[3] 1.3[58]	2.2[60]	mmol/L
		40,[61] 50[63]	86[61]	mg/dL
HDL cholesterol	male	0.9[60][3]	2.0[60]	mmol/L
		35[61]	80[61]	mg/dL
LDL cholesterol (Not valid when triglycerides >5.0 mmol/L)		2.0,[60] 2.4[59]	3.0,[59][3] 3.4[60]	mmol/L
		80,[61] 94[61]	120,[61] 130[61]	mg/dL
LDL/HDL quotient		n/a	5[3]	(unitless)

7) Cardiac tests

Test	Patient type	Lower limit	Upper limit	Unit
Creatine kinase (CK)	male	24,[48] 38,[7] 60[45]	174,[15] 320[45]	U/L or ng/mL
		0.42[49]	1.5[49]	µkat/L
	female	24,[48] 38,[7] 96[15]	140,[15] 200[45]	U/L or ng/mL
		0.17[49]	1.17[49]	µkat/L
CK-MB		0	3,[7] 3.8,[3] 5[45]	ng/mL or µg/L[3]
Myoglobin	Female	1[50]	66[50]	ng/mL or µg/L
	Male	17[50]	106[50]	

8) Vitamins

Test	Patient type	Standard range		Unit	Optimal range	
		Lower limit	Upper limit		Lower limit	Upper limit
Vitamin A		30[15]	65[15]	µg/dL		
Vitamin B_9 (Folic acid/Folate) - Serum	Age > 1year	3.0[117]	16[117]	ng/mL or µg/L	5[118]	
		6.8[119]	36[119]	nmol/l	11[119]	
Vitamin B_9 (Folic acid/Folate) - Red blood cells		200[117]	600[117]	ng/mL or µg/L		
		450[119]	1400[119]	nmol/L		
	Pregnant			ng/mL or µg/L	400[117]	
				nmol/L	900[117]	
Vitamin B_{12} (Cobalamin)		130,[120] 160[121]	700,[120] 950[121]	ng/L		
		100,[122] 120[3]	520,[122] 700[3]	pmol/L		
Homocysteine -more detailed ranges in Homocysteine article		3.3,[123] 5.9[123]	7.2,[123] 15.3[123]	µmol/L		6.3[56]
		45,[124] 80[124]	100,[124] 210[124]	µg/dL		85[56]
Vitamin C (Ascorbic acid)		0.4[15]	1.5[15]	mg/dL	0.9[56]	
		23[125]	85[125]	µmol/L	50[56]	
25-hydroxycholecalciferol (a vitamin D)		8,[15][106] 9[106]	40,[106] 80[15]	ng/mL	30,[109] 40[110]	65,[110] 100[109]
		20,[107] 23[108]	95,[108] 150[107]	nmol/L	85,[56] 100[110]	120,[56] 160[110]
Vitamin E				µmol/L	28[56]	
				mg/dL	1.2[56]	

Other enzymes and proteins

Test	Lower limit	Upper limit	Unit
Lactate dehydrogenase (LDH)	50[15]	150[15]	U/L
	0.4[45]	1.7[45]	µmol/L
	1.8[3]	3.4[3]	µkat/L
Amylase	25,[6] 30,[7] 53[15]	110,[7] 120,[147] 123,[15] 125,[6] 190[45]	U/L
	0.15[3]	1.1[3]	µkat/L
	200[140]	240[140]	nmol/L
D-dimer	n/a	500[148]	ng/mL
		0.5[3]	mg/L
Lipase	7,[7] 10,[15] 23[45]	60,[7] 150,[15] 208[45]	U/L
Angiotensin-converting enzyme (ACE)	23[45]	57[45]	U/L
Acid phosphatase		3.0[45]	ng/mL
Eosinophil cationic protein (ECP)	2.3[3]	16[3]	µg/L

1) Tumour markers

Test	Cutoff	Unit
Alpha fetoprotein (AFP)	44[7]	ng/mL or µg/L
Beta Human chorionic gonadotrophin (bHCG)	5[7]	IU/l or mU/ml
CA19-9	40[7]	U/ml
CA-125	30,[64] 35[65]	kU/L or U/mL
Carcinoembryonic antigen (CEA) non-smokers at 50 years	3.4,[3] 3.6[66]	µg/l
Carcinoembryonic antigen (CEA) non-smokers at 70 years	4.1[66]	µg/l
Carcinoembryonic antigen (CEA) - smokers	5[67]	µg/l
Prostate specific antigen (PSA)	2.5,[3] 4[7]	µg/L[7][3] or ng/mL[15]
PAP	3[15]	units/dL (Bodansky units)
Calcitonin -more detailed cutoffs in Calcitonin article	5,[68] 15[68]	ng/L or pg/mL

2) Other electrolytes and metabolites

Test	Patient type	Lower limit	Upper limit	Unit
Osmolality		275,[6] 280,[15] 281[3]	295,[6] 296,[15] 297[3]	mOsm/kg
Osmolarity		Slightly less than osmolality		mOsm/l
Urea		1.2,[6] 3.0[150]	3.0,[6] 7.0[150]	mmol/L
		7[6]	18,[6] 21[7]	mg/dL
* Uric acid[7]		0.18[6]	0.48[6]	mmol/L
	Female	2.0[15]	7.0[15]	mg/dL
	Male	2.1[15]	8.5[15]	mg/dL
Creatinine	male	60,[3] 68[151]	90,[3] 118[151]	µmol/L
		0.7,[152] 0.8[152]	1.0,[152] 1.3[152]	mg/dL
	female	50,[3] 68[151]	90,[3] 98[151]	µmol/L
		0.6,[152] 0.8[152]	1.0,[152] 1.1[152]	mg/dL
BUN/Creatinine Ratio		5[15]	35[15]	-
Plasma glucose (fasting)		3.8,[6] 4.0[3]	6.0,[3] 6.1[153]	mmol/L
		65,[7] 70,[6] 72[154]	100,[153] 110[15]	mg/dL
Full blood glucose (fasting)		3.3[3]	5.6[3]	mmol/L
		60[154]	100[154]	mg/dL
Lactate (Venous)		4.5[15]	19.8[15]	mg/dL
		0.5[155]	2.2[155]	mmol/L
Lactate (Arterial)		4.5[15]	14.4[15]	mg/dL
		0.5[155]	1.6[155]	mmol/L
Pyruvate		300[15]	900[15]	µg/dL
		34[156]	102[156]	µmol/L

المصادر

المصادر (Referances)

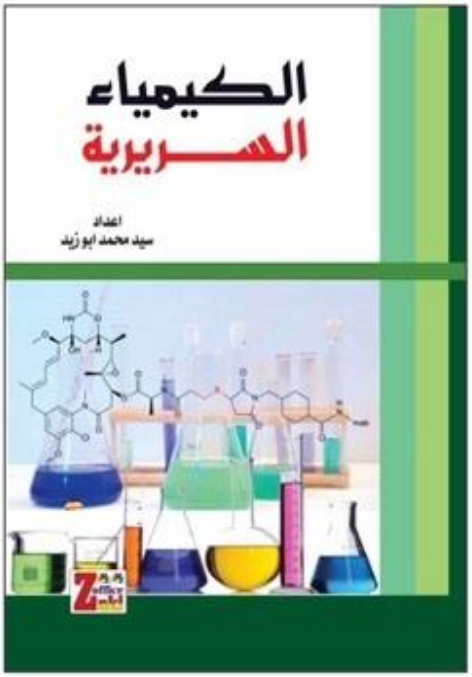
1) Smith AL (Ed) (1997). Oxford dictionary of biochemistry and molecular biology. Oxford [Oxfordshire]: Oxford University Press. ISBN 0-19-854768-4.
2) Grisham, Charles M.; Reginald H. Garrett (1999). Biochemistry. Philadelphia: Saunders College Pub
3) Williams, H. S. (1904) A History of Science: in Five Volumes. Volume IV: Modern Development of the Chemical and Biological Sciences Harper and Brothers (New York) Accessed 4 April 2007
4) Dunaway-Mariano D (2008). "Enzyme function discovery".
5) The Catalytic Site Atlas at The European Bioinformatics Institute. Retrieved 4 April 2007.
6) Tymoczko, John L.; Stryer Berg Tymoczko; Stryer, Lubert; Berg, Jeremy Mark (2002). Biochemistry. San Francisco: W.H. Freeman. ISBN 0-7167-4955-6.
7) Boyer, Rodney (2002) [2002]. "6". Concepts in Biochemistry (2nd ed.). New York
8) Fersht, Alan (1985). Enzyme structure and mechanism. San Francisco: W.H. Freeman. pp. 50–2. ISBN 0-7167-1615-1.
9) Branden C, Tooze J (1999). Introduction to Protein Structure. New York: Garland Pub
10) Murray RF, Harper HW, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW (2006). *Harper's Illustrated Biochemistry*. New York: Lange Medical Books/McGraw-Hill.
11) Van Holde KE, Mathews CK (1996). *Biochemistry*. Menlo Park, California: Benjamin/Cummings Pub. Co., Inc
12) Arthur C. Guyton; John Edward Hall (2006) *Textbook of medical physiology* (11 ed.). Elsevier Saunders. Retrieved 26 September 2011.
13) David F. Putnam Composition and Concentrative Properties of Human Urine. NASA Contractor Report. July 1971
14) Fundamental of clinical chemistry / Norbert Tietz
15) Clinical chemical pathology / G.H. Gary
16) D.C. Harris Quantitative chemical analysis, 4th Ed., W.H. Freeman and compant , New York 1995
17) Sawyer, Heineman, Beebe, Chemistry Experements for Instrumental Methods , New York
18) Pauline M. Hald J. Biol. Chem. 1947
19) Bares, R. B. , Richardson, D. , Berry, J. W. and Hood , R. L. , Ind. and Eng. Chem. , Anal. Ed., 17,605 (1947)

٢٠) ابن خلدون، مقدمة
٢١) ابن منظور، لسان العرب
٢٢) ابن سينا، القانون في الطب، دار الفكر، بيروت ١٩٩٤
٢٣) ابن أبي أصيبعة، عيون الأنباء في طبقات الأطباء
٢٤) الرازي، الحاوي
٢٥) الطب العربي الإسلامي / عبد الناصركعدان - طالب شلب الشام / معهد التراث العلمي العربي – جامعة حلب
٢٦) الكيمياء السريريه / محمد فتحي الهواري / هيئة التعليم التقني
٢٧) ملزمة الكيمياء السريريه / محمد رمزي العمري / هيئة التعليم التقني
٢٨) الكيمياء السريريه العملي / محمد رمزي العمري / هيئة التعليم التقني
٢٩) مبادئ الكيمياء العامه / اقبال عبد الحميد – هناء سلمان / هيئة التعليم التقني
٣٠) السيطره النوعيه لطلبة قسم الصيدله / سيد محمد ابوزيد / هيئة التعليم التقني
٣١) الأجهزه المختبريه والصيدلانيه / سيد محمد ابوزيد / هيئة التعليم التقني
٣٢) الكيمياء التحليليه / د . ساجده عبد الحميد / هيئة التعليم التقني

CLINICAL CHEMISTRY

By

S.M.Abuzaid



مكتب زاكي
بغداد - باب المعظم

رقم الايداع في دار الكتب والوثائق ببغداد ٢٧٨٣ لسنة ٢٠١٣

الطبعة الثامنة - ٢٠١٩