

كلية العلوم

القسم : علم العيادة

السنة : الثالثة



٩

المادة : فزيولوجيا وظائف التغذية

المحاضرة : الاولى/نظري/د. مرسال

{{{ A to Z مكتبة }}}}

Maktabat A to Z Facebook Group

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960



# **فيزيولوجيا التغذية**

## **المحاضرة الأولى**

### **الطبيعة الكيميائية للمواد الغذائية**

يحتاج كل كائن حي إلى إمداد مستمر ومناسب من المواد الغذائية طيلة حياته، يأخذها من الوسط المحيط به،

ليستعملها في إنتاج الطاقة التي يحتاج لها الفرد في إنجاز أنشطته الحيوية المختلفة، ويستعمل بعضها الآخر في عمليات

البناء والنمو والتكاثر وصيانة النسج، وتنظيم الوسط الداخلي كتنظيم الضغط الحولي ودرجة حرارة الوسط وتنظيم

فعالياته الفيزيولوجية. ويتضمن الغذاء الذي يحتاج إليه الحيوان والإنسان الماء والسكريات والحموض النووي والأملاح والفيتامينات والبروتينات والدهون.

وتحتاج جميع الحيوانات إلى الأصناف الغذائية المذكورة ، إلا أن حاجة كل منها تختلف كما ونوعا ،

ولذلك تختلف أنماط التغذية وال حاجات الغذائية باختلاف الأنواع، ويتعلق الأمر بما يستطيع الحيوان بناءه في خلايا جسمه،

وبما لا يستطيع بناءه. وإذا لم يحصل الفرد على حاجاته من المواد الغذائية فقد يصاب بأمراض سوء التغذية، لذا لا بد له من الحصول عليها جاهزة من مصادر غذائية حيوانية أو نباتية لحفظ على سلامة جسمه وضمان نموه الطبيعي.

## أولاً - الماء

يعد الماء من العناصر الغذائية غير العضوية الضرورية للجسم، فهو يدخل في تركيب المادة الحية لجميع الخلايا، وتتراوح نسبته بين ٦٠% و ٩٥% من كتلة الجسم، وتختلف هذه النسبة باختلاف أنواع الحيوانات وبنيتها وطبيعة حياتها، وعمرها، وتبلغ نسبته في جسم الإنسان البالغ بحدود ٧٠% من كتلة الجسم. كما تختلف نسبته من نسيج إلى آخر، فهو بحدود ٢٠% في النسج الدهنية، و ٤٥% في العظام، و ٧٠% في العضلات، و ٩١% في بلاسما الدم.

يملك الماء عدة صفات تجعله مناسباً للقيام بدوره الأساسي في الكائنات الحية، فهو أكثر ثباتاً وانتشاراً من كل المذيبات، وهو أيضاً المادة الوحيدة التي توجد في الطبيعة بصور ثلاث للمادة الصلبة والسائلة والبخارية في المعدل الطبيعي لدرجة حرارة الأرض. كما يتصرف الماء بارتفاع التوتر السطحي وهذه الصفة تفسر الالتصاق الشديد لجزيئات الماء وميلها للارتباط مع بعضتها بروابط هيدروجينية، وهذا التمسك ضروري لثبات شكل البروتوبلاسما في الخلية. ورغم ارتفاع توتره السطحي فإن درجة لزوجته تكون ضعيفة، وهذه الصفة تلائم حركة السوائل داخل الخلايا وخارجها. والسعنة الحرارية للماء عالية جداً، فهو يسخن عندما يمتص كمية كبيرة من الحرارة، ويبرد حين يتخلّى عنها، كما أنه المصدر الأساسي للأكسجين على كوكب الأرض بفضل عمليات التراكيب الضوئي التي تقوم بها النباتات. ورغم أن الماء من العناصر الغذائية غير المنتجة للطاقة، إلا أنه ضروري لجميع العمليات الاستقلابية التي تجري في خلايا الجسم باعتباره وسطاً ملائماً لجميع التفاعلات الكيميائية الحيوية. وهو مذيب مناسب لمعظم العناصر الغذائية، ويعُزى من نقل المواد الغذائية ونواتج الإطراح بين خلايا الجسم والوسط الخارجي، كما يساهم في إعطاء النسج قوامها الهيدروليكي المناسب

ويساهم أيضاً في تنظيم حرارة جسم الحيوانات ثابتة الحرارة وخاصة عند ارتفاع درجة حرارة الوسط المحيط وإن هذه الصفات تجعل من الماء مصدراً للحياة. يفقد الجسم جزءاً من مائه عبر الإطراح الكلوي والغدد العرقية والجلد والرئتين وعبر الغدد الثديية بالنسبة للحيوانات المرضعة.

ويعرض الجسم الفاقد من الماء بتناول حاجته من الماء من ثلاثة مصادر هي  
- شرب الماء بصورة الطبيعية، وتناول بعض السوائل وتقدر هذه الكمية عند الإنسان في الظروف العادية ١-٢ لتر/يومياً.

- ماء الطعام وهو الماء الذي يدخل في تركيب المواد الغذائية التي يتناولها الفرد. فجميع الأغذية تحتوي على نسب متفاوتة من الماء

وتقدر الكمية التي يتناولها الإنسان من ماء الطعام بـ ٢٥-٣٠ لتر/ يومياً.

- ماء الاستقلاب الحيوي وهو الماء الذي يتكون في جسم الحيوان كأحد نواتج الأكسدة الخلوية للعناصر الغذائية المنتجة للطاقة، إذ تقدر كمية الماء الناتجة عن أكسدة غرام واحدة من السكريات ٦٠ غ والدهون ١٤٠ غ.

- ويمكن تلخيص الأهمية الحيوية للماء بالنقاط التالية:
- ١- يعد الماء وسطا ملائما لإجراء التفاعلات الكيميائية الحيوية داخل الخلية وخارجها بما فيها عمليات الهضم.
- ٢- يعد ماء بلاسما الدم واسطة نقل جيدة للعناصر الغذائية الممتصة في سوية الأمعاء، ويؤمن نقلها إلى خلايا الجسم. كما يؤمن نقل الهرمونات إلى أماكن تأثيرها، وكذلك نقل نواتج الاستقلاب من الخلايا إلى أجهزة الإطراح.
- ٣- يساهم الماء في تنظيم درجة حرارة أجسام الكائنات ذات الحرارة الثابتة وذلك بفضل حرارته النوعية العالية. كما يعمل الماء على تعديل حرارة الجسم بما يتلاءم مع حرارة الجو المحيط.
- ٤- يعد الماء مصدرا أساسيا للأكسجين الذي تحتاجه الكائنات الحية، وهو يتكون كأحد نواتج عمليات التركيب الضوئي للنباتات.
- ٥- يعطي الماء النسج قوامها المناسب، مؤمنا لها المرونة والقوة اللازمين لتأمين حركة الأعضاء والمفاصل.

## ثانياً - الأملاح المعدنية:

- توجد الأملاح المعدنية في جميع سوائل الجسم سواء داخل الخلايا أو خارجها منحلة في الوسط المائي على شكل شوارد وزمر كيميائية موجبة الشحنة وأخرى سالبة الشحنة، وتتجلى وظائفها بالنقاط التالية
- يدخل بعضها في تركيب الجزيئات العضوية للمادة الحية، كالليود الذي يدخل في تركيب التيروكسين، وال الحديد الذي يدخل في تركيب الهيمو غلوبين، والكالسيوم والفوسفور اللذين يدخلان في تركيب العظام والأسنان.
- المحافظة على درجة الحموضة ضمن الحدود الطبيعية لسوائل الجسم لأن أي تغيير في درجة الحموضة يسبب خلا في عمل الإنزيمات وبالتالي اضطرابات في الوظائف الحيوية الأساسية للجسم.
- ٣- المحافظة على الضغط التناصحي والتوازن المائي الملحي، وبالتالي تأمين حركة الماء بين الأوساط المختلفة في الجسم.
- ٤- تنشيط التفاعلات الكيميائية الحيوية من خلال تحفيز الإنزيمات المنظمة لهذه التفاعلات، لذلك تُعدَّ كأنزيمات مساعدة Co-enzymes.
- ٥- تنظيم عملية التقلص العضلي ونقل السيلات العصبية وتخثر الدم.
- ومن أهم الشوارد التي يحتاج لها الإنسان بكميات كبيرة هي الصوديوم، والبوتاسيوم، والكلور، والكالسيوم والفوسفور، والمغنتريوم، والكبريت.

**فالكالسيوم:** يدخل في بناء العظام والأسنان، كما يساهم في ظواهر التقلص العضلي والنقل المشكبي وتخثر الدم ونفاذية الأغشية الخلوية وتنشيط العديد من الإنزيمات كأنزيم الكولين استيراز الذي يخرب الأستيل كولين إلى حمض الخل وكولين والإنزيمات الحالة للبروتين والفوسفات الحامضي وإنزيم ATPase الميوذيني، وتبلغ نسبة الكالسيوم ٢٪ من وزن الجسم. ويسبب نقصه لين العظام والكساح وضمور العظام واضطرابا في النقل العصبي والتقلص العضلي.

**وللفوسفور أهمية** في عمليات تبادل الطاقة في خلايا الجسم الحي، وينشط العديد من التفاعلات الاستقلابية في خلايا الجسم كاستقلاب الغليكوز والبروتينات، ويساهم في الحفاظ على بقاء درجة حموضة سوائل الجسم ثابتة تقريبا . كما يدخل الفوسفور في تركيب العظام والأسنان، ويدخل في تركيب الليبيات الفوسفورية لأغشية الخلايا، ونيكلوتيدات ATP و GTP و RNA و DNA وهو يساعد على امتصاص الغليكوز والغليسريدات الأحادية من الأمعاء، كما أن إعادة امتصاص الغليكوز بعد ترشيحه عبر وحدات التصفية في الكليتين يحتاج إلى فوسفور. وتبلغ نسبته بحدود ١٪ من وزن الجسم. ويؤدي نقصه إلى اختلال النمو الطبيعي وضعف العضلات واحتلال تكبس العظام والأسنان.

ويلعب المغنيزيوم دوراً منشطاً لفعالية الكثير من الإنزيمات التي تتوسط أكسدة المواد الغذائية ونقل الطاقة وإنزيمات استقلاب الكربوهيدرات والبروتينات، وهو منشط لإنزيم الفوسفات القلوي الضروري لتخلص العظام. وبعد عامل مساعد في الجسيمات الريبية المسئولة عن تركيب البروتينات، كما يعمل مع الكورتيزون على تنظيم فوسفات الدم، وهو ضروري أيضاً لعمل الجهاز العصبي والعضلي.

أما شوارد الصوديوم والبوتاسيوم فلها أهمية فيزيولوجية في الخلايا القابلة للتنبيه (خلايا عصبية وعضلية وغدية) . وتساهم هذه الشوارد في الحفاظ على الضغط التناضحي داخل الخلايا وخارجها، وتعمل وبالتالي على تنظيم حركة السوائل بين الوسط الداخلي للخلايا وخارجها، كما تساهم في تنظيم درجة حموضة الوسط الداخلي للجسم. ويلعب الصوديوم إضافة إلى ذلك دوراً في تنظيم نفاذية الخلايا للغليكوز والأحماض الأمينية وغيرها من المركبات التي تمر من خلال جدار الأمعاء أو تنتقل عبر خلايا الجسم الأخرى. ويعتبر البوتاسيوم ضرورياً لاستقلاب الغليكوجين والبروتينات. بينما يدخل الكلور في تركيب حمض كلور الماء الذي تفرزه المعدة.

- ويدخل الكبريت في بناء بعض الحموض الأمينية كالميثيونين والسيستئين اللذين يوجدان بكثرة في النسج الغضروفية، وكذلك في القرنين الذي يدخل في تركيب الجلد والشعر والأظافر وريش الطيور. وتلعب مركبات الكبريت أيضا دورا في عمليات إبطال مفعول السموم في الجسم، وفي تنشيط بعض الأنزيمات. كما يدخل الكبريت في تركيب العديد من المركبات العضوية كفيتامين B والهيبارين والأنسولين ومولد الليفين والأستيل كوانزيم A
- والبروتينات الكبريتية الحديدية الخاصة بمركبات السلسلة التنفسية التي تتوسط تفاعلات الأكسدة والإرجاع في الخلايا الحية.

- ويحتاج جسم الإنسان والحيوانات الأخرى إلى عناصر معدنية أخرى بكميات صغيرة نذكر منها الحديد الذي يدخل في تركيب خضاب الدم والميو غلوبين
- كما يدخل في تركيب بعض الأنزيمات كأنزيمات السيتوكروم والكاتلаз البيروكسيداز والتي تتوسط جميعها تفاعلات الأكسدة والإرجاع في الخلايا الحية.
- ويعتقد أن للحديد دورا في إزالة الدهون الزائدة من الدم، وكذلك إنتاج الأجسام المضادة في الجسم والكولاجين.
- اليود: ضروري لتركيب هرمون الثيروكسين وثلاثي يود التريونين اللذين ينظمان التفاعلات الاستقلابية الأساسية بتحولات الطاقة في الجسم، وينظمان وبالتالي نمو الجسم.

- **النحاس:** ضروري لعمل كثير من الأنزيمات كبعض أنزيمات السيتوكروم أوكسيداز حمض الليمون، وهو ضروري لتكوين الهيموغلوبين والعظام وأنسجة الدماغ ، كما أنه يدخل في تركيب الهيموسيلانين الذي يدخل في تركيب دم العديد من الحيوانات اللافقارية.
- **التوتاء:** يدخل في تركيب العديد من الأنزيمات وينشط بعضها الآخر كإنزيم كربونيك آنهيدراز الضروري لاستقلاب ثاني أكسيد الكربون في كريات الدم الحمر، والخلايا الظهارية المبطنة للزغابات المعاوية وأنبيبات الكلية ومعظم غدد الجسم ،ويدخل كذلك في بناء RNA, DNA polomyrase ,الضروريين لتكوين البروتينات والانقسامات الخلوية. ولذلك يعد الزنك ضروري للنمو وال النضج الجنسي خاصة في الذكور، وكذلك لال تمام الجروح وتكوين المناعة الخلوية، ولاستقلاب فيتامين A ، ويعتقد أن له دور في استقلاب السكر لأنه يرتبط بهرمون الأنسولين وهو ضروري لحساسية الذوق والشم.
- **المغنيز:** ينشط العديد من الأنزيمات وخاصة تلك التي تتوسط استقلاب المواد الغذائية، ويدخل كعامل مساعد في تركيب السكريات المخاطية الضرورية لتكوين الغضاريف، كما يساعد في تكوين البولة من خلال تنشيطه لإنزيم الأرجيناز ، وكذلك يساهم في استقلاب البروتينات والدهون .
- **الكوبالت:** يدخل في تركيب فيتامين "B<sub>12</sub>" الضروري لبناء كريات الدم الحمر.

## ثالثاً - الكربوهيدرات

- وهي مجموعة من المركبات العضوية يدخل في بنائها الكربون والهيدروجين والأكسجين، صيغتها العامة هي  $C_n(H_2O)_n$ .
- تعد من أكثر المواد العضوية انتشارا في الطبيعة، وأكثرها أهمية في إنتاج الطاقة الحيوية، إذ تمد الإنسان بحوالي ثلثي حاجاته اليومية من الطاقة. وهي تتأكسد بسرعة في خلايا الجسم لتحرير الطاقة الكامنة في روابطها الكيميائية.
- وهي رخيصة الثمن، وسهلة التخزين، ولها استخدامات كثيرة في الصناعات الغذائية. وتصنف حسب الوحدات السكرية التي تدخل في تركيبها إلى

## - السكريات الأحادية

- أبسط أنواع السكريات يتراوح عدد ذرات الكربون في جزيئاتها بين ٤-٧ ذرات.
- أهمها للإنسان والحيوان السكريات سادسية الكربون والسكريات خماسية الكربون. من السكريات السادسية
- وال غالاكتوز ، و الفريكتوز ، الغليوكوز و يعد الغليوكوز أهمها لأن معظم السكريات السادسية الأخرى يمكن أن تتحول إلى غليوكوز بعد امتصاصها في الأمعاء.
- و تتم معظم هذه التحولات في خلايا الكبد بفضل الأنزيمات النوعية المحفزة لهذه التحولات. وفي خلايا الجسم الحي يتآكسد الغليوكوز، وينتج عن هذه الأكسدة طاقة غذائية تخزن في الروابط الكيميائية عالية الطاقة لجزيئي الفوسفات الآخرين
- الذين يرتبطان ببقية جزيئات الأدينوزين ثلاثي الفوسفات ATP والغوانوزين ثلاثي الفوسفات GTP
- ومن السكريات الخماسية الكربون نذكر الريبوzo والريبوz منقوص الأكسجين ويدخل الأول في بنية الحمض النووي الريبي RNA ويدخل الثاني في بناء الحمض النووي DNA
- وسكر الريبيلو الذي يعد مركبا وسيطا هاما في أكسدة الغليوكوز داخل خلايا الجسم

## • ب - السكريات الثنائية

- تتكون السكريات الثنائية من ارتباط جزيئتين من السكريات سداسية الكربون، ذكر منها سكر القصب سكروز
- الذي يتكون من الذي يتكون من ارتباط جزيئة غليكوز مع جزيئة فريكتوز، وسكر الحليب لاكتوز (من ارتباط جزيئة غليكوز مع غالاكتوز)، ثم سكر الشعير مالتوز الذي يتكون من ارتباط جزيئتين من الغليكوز.

## • ج - السكريات المتعددة

- وهي من السكريات غير المنحلة، وتتكون من سلسلة من السكريات الأحادية وخاصة الغليكوز المرتبطة مع بعضها
- كالغليوكجين الذي تصنعه خلايا جسم الحيوان انطلاقاً من الغليكوز في خلايا الكبد والعضلات
- او الكيتين الذي يدخل في تركيب لحافة الجسم عند الحشرات والهيمايسيللوز والسللوز والرافينوز والدكسترين والنشاء في النباتات.
- يعد النشاء من أهم السكريات المتعددة في غذاء الإنسان. أما الدكسترين فهو عبارة عن مركبات وسيطة تتكون أثناء الهضم الجزئي للنشاء. ويتألف الرافينوز من ارتباط ثلاثة سكريات أحادية هي الغليكوز والفریكتوز والغالاكتوز.
- ويكون السللوز من ارتباط عدد كبير من جزيئات الغليكوز. بينما يتكون الهيميسيللوز من مواد سكرية معقدة التركيب.
- يوجد السللوز والهيمايسيللوز في الألياف النباتية، وليس لها أهمية في تغذية الإنسان لأنها لا تساهم في تزويد الجسم بالعناصر الغذائية، ويعود السبب في ذلك إلى أن أنبوبيه الهضمي لا يشتمل على أنزيمات هاضمة لها. ولكن الحيوانات اكلة الأعشاب والمجترات تتمكن من هضمها والاستفادة من الطاقة الموجودة فيها بفضل الجراثيم والأوليات المتعايشة معها الموجودة في أنبوبيها الهضمي، حيث تتمكن هذه الجراثيم من تحويل السللوز والهيمايسيللوز إلى حموض دسمة وغاز ثاني الكربون وميتان.

- أما عن الأهمية الحيوية للكربوهيدرات فبعضها يؤكسد في الخلايا لتوليد الطاقة الحيوية التي يحتاجها الجسم، إذ ينطلق من أكسدة غرام واحد من الغليكوز طاقة تقدر بـ ٢٤ سعر حراري. وبعضها يتحول إلى غликوجين يدخل في خلايا الكبد والعضلات. وقسم آخر يمكن أن يتحول إلى دهون تخزن في النسج الدهنية وإلى حموض أمينية غير أساسية. ويدخل جزء آخر منها في البناء الحيوي للجسم من خلال ارتباطها بتاليبروتينات والدهون لتكوين البروتينات السكرية والدهون السكرية.
- وفيما يتعلق بالألياف النباتية، على الرغم من أنه ليس لها قيمة غذائية للإنسان، إلا أنها مفيدة له لأنها تعطيه الشعور بامتلاء أنبوب الهضم، وهي تتحول إلى فضلات لأنها غير قابلة للهضم. وتساهم في زيادة الرطوبة وليونة الفضلات الغذائية.
- و تعمل على تقليل الوقت الذي تمكث فيه الفضلات في الجسم، وتزيد من سرعة انزلاقها نتيجة تنشيطها لحركة الأمعاء، وبالتالي تخفف من ضغط هذه الفضلات على جدار الأمعاء الغليظة.