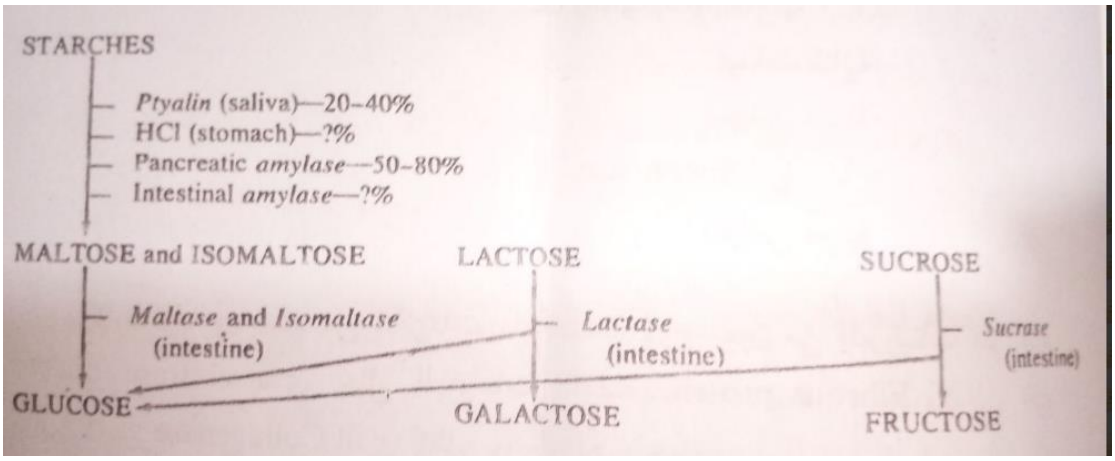
المحاضرة الخامسة

(هضم الكاربوهيدرات وامتصاصها ونقلها وتمثيلها وخزنها في الجسم)

اولا: هضم الكاربوهيدرات

يتم استكمال هضم الكاربوهيدرات ومنها النشاء بعد أن تم هضم نحو ٣٠-٤٠ % منها في الفم والمسندة قبل أن تتغير ال pH من الوسط المتعادل إلى الوسط الحامضي القوي غير المناسب لعمل انزيم الاميليز. وفي الأمعاء يتم تحويل ماتبقى من النشا إلى سكريات ثنائية مثل المالتوز والايزومالتوز بفعل انزيم اميليز البنكرياس pancreatic amylase في الوسط القاعدي الخفيف (pH نحو ٧,١). وبدورها تتحول سكريات المالتوز والايزومالتوز الى سكريات احادية (كلوكوز) بفعل انزيمات العصارة المعوية وهي المالتيز والايزومالتيز. كذلك يتحول اللاكتوز الى كلوكوز وكالكتوز بفعل انزيم اللاكتيز ويتحول السكروز إلى سكر الكلوكوز والفركتوز بفعل انزيم السكريز. ويمكن تلخيص هضم الكاربوهيدرات في المخطط الأتي:



ثانيا: امتصاص الكاربوهيدرات:

تمتص الكاربوهيدرات بصورة سكريات أحادية بسيطة مثل الكلوكوز والفركتوز والكالكتوز وغيرها من السكريات الأحادية إذا وجدت في تجويف الأمعاء. أن معظم هذه السكريات ولا سيما الكلوكوز والكالاكتوز تمتص عن طريق النقل الفعال Active transport الذي يتطلب الطاقة في عملية النقل عدا سكر الفركتوز فإنه ينتقل بطريقة النقل المسهل Facilitated diffusion وعادة يصاحب نقل هذه السكريات ولاسيما التي تنتقل عن طريق النقل الفعال مثل الكلوكوز والكالكتوز هو النقل الفعال للصوديوم Active sodium transport ولهذا فان لأيونات الصوديوم دورا مهما في عملية نقل السكريات.

وتدور نظرية حول نقل الكلوكرز والكالاكتوز بساعدة نقل الصوديوم تقول هذه النظرية : إن هناك حاملا carrier لنقل هذه السكريات في جدار خلايا الطلائية وقذا الحامل لا يمكنه نقل هذه السكريات من دون وجود الصوديوم ويعتقد أن السبب وجود مواقع استقبال receptor sites لكل من جزيئات السكر وايون الصوديوم شبيهة بمواقع المادة الخاضعة Substrate والعامل المساعد از المرافق Coenzyme على سطح الإنزيمات وبهذا يكون كلاهما مواقع يمكن أن ينتقلا من خارج الخلية إلى دالها وعادة يستمد هذا النقل طاقته من فرق الجهد بين تركيز الصوديوم داخل وخارج الخلية الذي يسحب منه آيون الصوديوم الكلوكرز مثلا مع الحامل إلى داخل الخلية ويطلق على هذه النظرية نظرية النقل بمساعدة الصوديوم Sodium Cc-transport theory ان انتقال الفركتوز يختلف عن نقل الكلوكوز والكالكتوز حيث ينتقل بفعل النقل السهل كما ذكرنا في أعلاه.

ان معظم السكريات ولاسيما الكلوكوز والكالكتوز يتوقف امتصاصها بفعل عدد من المواد تسلك المثبط مثل مادة يودات الخلات والسيانيد ومادة الفلورهايزن اما سكر الفركتوز فلا تؤثر فيه.

ان عملية انتقال السكريات تكون انتخابية اذ يمتص الكالكتوز اسرع من الكلوكوز والكلوكوز اسرع من انتقال الفركتوز اعتمادا على العوامل السابقة التي ذكرت لقد وجد ان معدل الامتصاص او كفاءة النقل تكون على الصورة الاتية موازنة بسكر الكلوكوز اذا اعطيت معدل امتصاص قيمته واحد ٠،١ موازنة بباقي السكريات كما هو موضح في الجدول (٩-٢).

أن هناك تنافسية Competition يحدث بين هذه السكريات على الحامل Carrier المستخدم في النقل مثلا اذا توفرت كميات من سكر الكالاكتوز فان كمية الكلوكوز المنتقلة أو الممتصة تقل بسبب ذلك التنافس ويعتقد أن يكون السبب هو درجة التوافق بين السكر والمواقع الموجودة على الحامل Carrier.

جدول (٩-٢) معدل الامتصاص السكريات موازنة بامتصاص الكلوكوز

السكر		معدل الامتصاص
كلوكوز	glucose	١,٠
كالاكتوز	galactose	١,٠
فركتوز	Fructose	٠,٤٠
مانوز	Mannose	٠,٢٠
زايلوز	Xylose	٠,١٥
ارابينوز	Arabinose	٠,١٠

بعد أن تنتقل السكريات إلى داخل الخلية تتحول باقي السكريات مثل الفركتون والكالاكتوز الى الكلوكوز ثم تنتقل الى الدم في النقل البسيط Simple diffusion ثم إلى الكبد عن طريق الوريد البابي Portal vein.

ثالثا: تمثيل الكاربوهيدرات Carbohydrate Metabolism

بعد عملية الهضم تتحول الكاربوهيدرات والسكريات المتعددة المختلفة والسكريات الثنائية إلى سكريات احادية Monosaccharides حيث تمتص عن طريق الدم، او بوساطة الوريد البابي Portal vein تصل الى الكبد. وعادة تدخل على شكل كلوكوز وفركتوز وكالكتوز. حيث تحول خلايا الكبد كلا من الفركتوز والكالكتوز الى كلوكوز ويحمل إلى الخلايا والأنسجة المختلفة في الجسم من خلال الدم ايضا وبهذا فان السكر الذي في الجسم يمكن أن يكون على الصور الأتية:

١ - سكر في الدم.

٢- سكر يذهب الى الكبد ويتحول إلى كليوكوجين حيث يخزن فيه.

٣ - سكر يذهب الى العضلات يتحول إلى كليوكوجين أيضا ويخزن فيها.

٤- جزء يتأكسد مباشرة التحرير الطاقة في الخلية.

٥- وما تبقى والزائد عن الحاجة يخرج عن طريق البول.

رابعا: نقل وتخزين الكاربوهيدرات

أن الجزيئات بعد امتصاصها وانتقالها إلى الخلايا تتحول ايضا في عملية الأيض ومنها عملية الهدم إلى جزيئات اصغر وأبسط. فالكاربوهيدرات بصورة عامة والسكريات السداسية والخاسية فضلا عن الكلسيرول (أحد أجزاء الدهن) تتحول إلى الكلسربديهايد ٣ فوسفات

ghyceraldehyde 3 phosphate وبعدها تكون الأسيتايل قرين الأنزيم acetyl CoA وهذا المركب تتحول اليه ايضا الاحاض الدهنية وعدد من الأحماض الأمينية خلال عملية هدمها.

وهذا الناتج النهائي acetyl CoA بدوره يغذي دورة كريس krebs cycl حيث يتحول إلى ثاني اوكسيد الكاربون وماء وانتاج طاقة على شكل ATP، أن الطريق الرئيس الشائع للهدم هو دورة كريبس Krebs Cycle ونرى من خلال الشكل ايضا أن طريق البناء هو عكس طريق الهدم من خلال دورة كريبس فان الأحاض الكيتونية Keto acids تضاف اليها مجموعة الأمين aminated التحول إلى احماض امينية تستعمل في بناء جزيئات البروتين.

مجموعة الأسيتايل من مركب الاسيتايل قرين الأنزيم A يمكن أن تتمثل إلى الأحماض الدهنية وبدورها إلى تكون الدهون ونفس هذه المجموعة الاستايل acetyl group يمكن ايضا أن تتحول وترجع الى البروتينات وتستمر بالتفاعلات متسلسلة الى ان تكون كلوكوز او كليكوجين.

المصدر: تغذية انسان، عبد الله محمد ذنون الزهيري، ط٢، ٢٠٠٠.