ÜNİTE 3

Karbonhidratlar

Amaçlar

Bu üniteyi çalıştıktan sonra;

- Karbonhidratların kimyasal yapılarını açıklayabilecek,
- Karbonhidratları üç farklı ölçüte göre sınıflayabilecek,
- Karbonhidratların, genel isimlendirmesini öğrenecek,
- Asimetrik karbon atomunu bilecek,
- Karbonhidratların absorbsiyonunu öğrenecek,
- Glukozun organizmada diğer maddelere nasıl dönüştüğünü açıklayabilecek,
- Organizmanın glukozu vücut dışına nasıl attığını bilecek,
- Kan glukozunun düzenlenmesini öğrenecek,
- Şeker hastalığını tanıyacak,
- Glukoz tolerans testini uygulayabileceksiniz.

İçindekiler

- Giriş
- Karbonhidratların Sınıflandırılması
- Karbonhidratların İsimlendirilmesi
- Asimetrik Karbon Atomu
- Karbonhidratların Metabolizması
- Karbonhidratların Absorbsiyonu
- Glukojenezis
- Glukojenolizis
- Glukozun Organizmada Kullanılması
- Glukolizis
- Aerobik Glukolizis
- Pentoz Fosfat Yolu ile Glikolizis
- Glukoneogenezis
- Kar Şekeri
- Kar Glukozunun Düzenlenmesi
- Karbonhidrat Metabolizması Bozuklukları
- Şeker Hastalığı
- Glukoz Tolerans Testi
- Özet
- Değerlendirme Soruları
- Yaralanılan ve Başvurulabilecek Kaynaklar

1. GİRİŞ

Karbonhidratlar doğada, bitkisel ve hayvansal kaynaklı olarak yaygın halde bulunurlar. Bir karbonhidrat olan nişasta tohumlarda, meyvalarda bol miktarda bulunur. Bitkilerin destek maddesini oluşturan selüloz, hayvansıl canlıların vücudunda depo edilen glikojen karbonhidrat bileşikleridir. İnsan ve hayvanların besin maddelerinin büyük kısmı karbonhidratlardan ibarettir.

Karbonhidratları, kimyasal olarak hidroksil (—OH) grupları yanında serbest aldehitveya keton grubu içeren maddeler olarak tanımlayabiliriz. (Aldehit R—C(=O)—H, keton R—C(=O)—R olarak formüle edilir. R: Açil veya aril kökü diye adlandırılır. —C(=O)— ise keton grubunu gösterir.)

Karbonhidratlar genellikle $C_nH_{2n}O_n$ genel formülüne uyarlar. (n harfi, karbonhidrat molekülündeki atom sayısını gösterir).

2. KARBONHİDRATLARIN SINIFLANDIRILMASI

Karbonhidratlar üç ölçüte göre sınıflandırılır:

1. Molekülde bulunan basit şeker ünitelerin sayısına göre
2. Reaktif gruplarına göre
3. Karbon zincirinin uzunluğuna göre.

Moleküldeki basit şeker ünitelerinin sayısına göre karbonhidratlar üçe ayrılır.

- Monosakkaritler
- Disakkaritler ve Oligosakkaritler
- Polisakkaritler

Reaktif gruplarına göre:

- Aldozlar
- Ketozlar

Karbon zincirinin uzunluğuna göre:

- Diozlar
- Triozlar
- Tetrozlar
- Pentozlar
- Hegsozlar
- Heptozlar

şeklinde isimlendirilirler: Bunlar sırasıyla bir karbonlu, iki karbonlu, üç karbonlu, dört karbonlu, karbonhidrat molekülü anlamına gelmektedir.

Monosakkaritler: Daha basit hidroliz edilemeyen -en küçük- karbonhidrat ünitesidir. Örneğin; glukoz, fruktoz, riboz vb.

Disakkaritler: İki monosakkarit ünitesinin birleşmesinden meydana gelen karbonhidrat bileşiğidir. Örneğin çay şekeri olan Sakkaroz, glukoz ve fruktozun birleşmesinden meydana gelmiştir. Maltoz, iki glukoz ünitesinin birleşmesinden meydana gelir. Süt şekeri olan laktoz ise, glukoz ve galaktoz ünitelerinin birleşmesi ile meydana gelmiştir.

Oligosakkaritler: İkiden fazla karbonhidrat molekülü içeren bileşiklerdir. Dekstrin gibi.

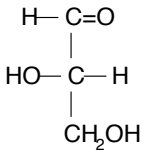
Polisakkaritler: Pek çok sayıda basit üniteden oluşan karbonhidrat bileşikleridir. Örneğin nişasta ve hayvan dokularının karbonhidrat depo maddesi olan glikojen, birçok glukoz ünitesinden oluşan birer polisakkarittirler.

Önemli monosakkaritlerin karbon sayılarını, aldehit veya keton grupları içermelerine göre, şöyle gösterebiliriz.

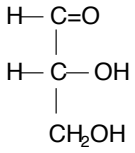
	Aldozlar	Ketozlar
1. Diozlar	Glikolaldehit	
2. Triozlar	Gliseraldehit	Dihidroksiaseton
3. Tetrozlar	Eritroz	Eritrüloz
4. Pentozlar	Ksiloz	Ksilüloz
	Riboz	Ribüloz
5. Hegsozlar	Glukoz	Fruktoz
	Mannoz	
	Galaktoz	
6. Heptozlar	Sedoheptüloz	

3. KARBONHİDRATLARIN İSİMLENDİRİLMESİ

Bildiğimiz bütün karbonhitratlar gliseraldehit molekülünden türediği kabul edilerek isimlendirilir. Buna göre primer alkol grubu (CH_2OH) nun bulunduğu karbon (C)'a en yakın (komşu) olan karbona bağlı hidroksil (—OH) grubu sağda ise D -gliseraldehit, solda ise L- gliseraldehit denir.

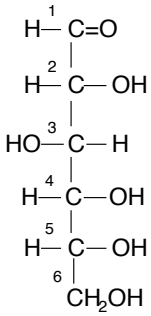


L - gliseraldehit



D - gliseraldehit

Bir aldehit olan glukozu numaralandırıp, isimlendirelim.



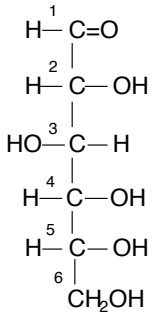
Primer alkol grubuna en yakın 5 numaralı C' a bağlı (OH) grubu sağda olduğuna göre, kimyasal olarak glukoz, D - aldehitroglukoz olarak okunur.



Bir glukoz formülü yazarak, isimlendirin ve Primer alkol grubunu gösteriniz.

4. ASİMETRİK KARBON ATOMU

Bir karbonhidrat molekülündeki karbon atomlarından herhangi birisinin dört bağına da değişik atom veya atom grupları bağlanırsa, böyle karbon atomlarına asimetrik karbon atomu denir. Yapısında asimetrik karbon atomu bulunan maddelerin çözeltileri optik aktivite gösterirler, yani bunlar polarize ışığın yönünü sağa veya sola çevirebilirler. Bir molekül içinde birden fazla asimetrik karbon atomu bulunabilir.



Glukoz formülündeki 2,3,4,5 nolu karbon atomları asimetriktir.

5. KARBONHİDRATLARIN METABOLİZMASI

Karbonhidratlar, memelilerin başlıca enerji kaynağını teşkil ederler. Alınan besin maddelerinin %60 kadarı karbonhidratlardan oluşur. Bunlardan nişasta önemli bir karbonhidrattır. Çay şekeri olarak bilinen sakkaroz ve çocuk besini yönünden önemli olan laktoz karbonhidratlı besin maddelerindendir. Glukoz, fruktoz, mannoz, galaktoz gibi doğada bulunan monosakkaritler, canlılar için önemli birer enerji kaynağıdır.

Karbonhidrat metabolizması başlıca, anaerobik ve aerobik reaksiyonlar olmak üzere iki kısımda incelenir. Anaerobik (oksijensiz) yol ile glukoz molekülü iki mol laktik aside kadar parçalanır. Anaerobik reaksiyonlar dizisine glikolizis denir. Aerobik reaksiyonlara, Sitrik asit siklusu veya Krebs siklusu denilmektedir.

5.1. Karbonhidratlardan Absorbsiyonu

Karbonhidratlar sindirim kanalında, bazı enzimlerin etkisiyle, hidrolitik olarak yıkılır ve bağırsaklardan emilir hale gelirler. Besinlerle alınan karbonhidratların bağırsak duvarından emilebilmeleri için monosakkarit haline geçmeleri gerekir, aksi halde emilemezler ve dışarı atılırlar. Bu monosakkaritlerin küçük bir kısmı, bağırsak bakterileri tarafından fermentasyona uğratılır. İnce bağırsak mukozasından emilen monosakkaritlerin büyük kısmı vena portaya, küçük bir kısmı ile lenf damar sistemine geçer. Yararlanılabilen hegsozlardan karaciğerde glikojen meydana gelir. Bunların bir kısmı dolaşım sistemine karışır. Bir kısım hegsozlar kaslara özel glikojeni meydana getirirler. Vücutta toplam 225 g. kadar glikojen vardır.



Karbonhidratların absorbsiyonunda sırasıyla hangi süreçler yer almaktadır.

5.2. Glikojenezis

Karaciğerde glukozdan glikojen sentezine glikojenesiz denir. Glikojen hayvansal dolaların da özellikle karaciğer ve kaslarda yaygın halde bulunan polisakkarittir. Hidroliz edilirse glukoz ünitelerine ayrılır.

Kaslarda glikojen oluşumunun, karaciğerde glikojen oluşumundan bir farkı vardır. Kaslarda glukozdan başka şekerler kullanılamaz. Kas kontraksiyonu, glukojenin kullanılmı eden olur. Azalan glikojenin yerini kan şekeri alır, karaciğer glikojeni de kan şekerini tamamlar.

5.3. Glikojenolizis

Kandaki glukoz düzeyi azaldığı zaman karaciğerdeki glikojen moleküllerinden glukoz birimleri ayrılarak kana verilir. Glikojen molekülünün, glukoz ünitelerine parçalanmasına glikojenolizis denir. Kanda glukoz düzeyinin artışı, glikojenezisin başlamasına neden olur. Tersi durumlarda, glikojenolizde hızlanma görülür.

Glikojenoliz (is), epinefrin hormonu tarafından kontrol edilir. Karaciğerde glikojenolize etki yapan diğer bir hormon glukagondur. İnsülin ise glukagona ters etki yapar.

Kaslardaki glikojenolizis de karaciğerdekine benzer. Ancak, kaslarda glukoz serbest hale geçmez ve kan şekerine bir katkıda bulunmaz. Glikojenden meydana gelen glukoz 6 -forsfat, bir seri reaksiyondan geçerek laktik aside yıkılır.

6. GLUKOZUN ORGANİZMADA KULLANILMASI

Organizmada glukozun kullanılmasına, yani glukozun karbondioksit ve suya parçalanmasına glikolizis denmektedir.

Tüm reaksiyonlar dizisini kısaca:

$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$ formülü ile gösterebiliriz.

Glukoz Karbondioksit Su

Glukozun karbondioksit vesuya parçalanması iki aşamada olur: 1. Embden-Meyerhoff-Parnas glikolitik yolu 2.T.C.A. (Krebs) siklusu.

Glukozun bir diğer yolla yıkılmasına pentoz fosfat yolu denir.

6.1. Glikolizis (Embden-Meyerhoff-Parnas Glikolitik yolu)

Glikolizis (Anaerobik glikolizis) iki aşamada tamamlanmaktadır. Birinci aşamada glukoz, ATP den alınan fosforik asitle fosfatlaşmakta ve gliseraldehit 3- fosfat ve dihidroksi ile birlikte yeni ATP molekülleri oluşmakta, laktik asite kadar yıkılmaktadır.

Glikoliz basit bir olay değildir. Diğer birçok biokimyasal reaksiyonlar gibi basamak basamak yürüyerek çeşitli ara maddeler üzerinden geçer. Glukozun laktik asite dönüşmesinde bütün reaksiyonlar

$$\text{Glukoz} + 2\ ADP + 2\ Pi \longrightarrow 2\ \text{laktik asit} + 2\ ATP$$

şeklinde özetlenebilir.

Laktik asitin fazlası hücrenin plazma zarından artık madde olarak dışarı atılır.

6.2. Aerobik Glikolizis (Trikarboksilik asit - Siklusu) (TCA, Krebs, Sitrik Asit Siklusu)

Glikoliz sonucu meydana gelen piruvik asitin Asetil Koenzim - A ya dönüşmesi ve sonra bu siklusa giren asetil Koenzim - A ların CO_2 ve H_2O ya yıkılmasıdır. Trikarboksilik asit siklusu endergonik metabolizma reaksiyonları için gerekli enerjinin en büyük kısmını sağlar. Burada yakıt maddesi olan Asetil-koenzim A karbondioksit ve yağlardan sağlanır. Yani metabolik reaksiyonların son olarak yıkıma uğrayacakları reaksiyonlar dizisi TCA siklusudur.

Trikarboksilik asit siklusu kısmen karaciğerde ve daha büyük ölçüde kas hücrelererinin mitokondrileri içinde cereyan eder.

Glukozun yıkılması ile kazanılan enerji:

Glukozun kas dokusunda anaerobik oksidasyonla 2 adet laktik asit molekülüne yıkılmasıyla, 2 ATP sentezlenerek depo edilir. Buna karşın glukozun aerobik oksidasyon ile, CO_2 vesu moleküllerine kadar yıkılması ile 36 ATP sentezlenerek hücrede depo edilir.

Glukozun dokularda CO_2 ve su meydana gelecek şekilde yıkılmasıyla bir miktar ısı enerjisinin elde edilmesinin yanında, bir kısım enerjide yüksek enerjili fosfat bağı (ATP olarak) depo edilir.

6.3. Pentoz - Fosfat (Hegsoz - Monofosfat) Yolu İle Glikolizis

Glikozin, glukoz -6- fosfatta başlayıp, fruktoz -6- fosfatta biten bir yan yolu olup, daha çok karaciğer, aktif süt bezleri, adrenal korteks, yağ dokusu gibi özel dokularda meydana gelmektedir. Bu yol ile 6 molekül Glukoz - 6 fosfattan, 6 molekül CO_2 ve 6 adet 5 karbonlu şeker meydana gelir. Buyolda cereyan eden reaksiyonların tamamını

$$6\ \text{Glukoz - 6 fosfat} + 12\ NADP^{+} \longrightarrow 6\ CO_2 + 12\ NADPH + H^{+}\ 12\ P_i$$

denklemi ile gösterebiliriz.

Bu arada, hegsoz monofosfat yolu cereyan ederken, 5 karbonlu şekerler (riboz - 5 - fosfat, ksilüloz 5 - fosfat) meydana gelir.

Hegsoz monofosfat yolunun iki önemli görevi vardır.

1. Bu reaksiyon dizisi cereyan ederken meydana gelen 5 karbonlu şekerler nükleik asitlerin sentezine girer.
2. Hegsoz monofosfat yolunda meydana gelen $NADPH^+$ molekülleri, organizma için gerekli bazı önemli bileşiklerin (kolesterol gibi) sentezinde kullanılırlar.

7. GLUKONEOGENEZİS

Karbonhidrat olmayan maddelerden glukoz yapılması demektir. Diyetle yeteri kadar karbonhidrat alınamadığı zaman, vücudun glukoz ihtiyacını sağlar. Eritrositler ve sinir sistemi için glukozun, devamlı enerji kaynağı olarak sağlanması şarttır.

Glukoneogenezis, diğer dokuların metabolizma ürünlerini örneğin kas ve eritrositler tarafından kanda oluşturulan laktik asidi ve yağ dokusu tarafından meydana getirilen gliserolü kandan temizlemek için gereklidir. Glukoneogenez glikojenik amino asitten, gliserolden, laktik asitten glukoz veya glikojen oluşturan reaksiyonlar dizisidir.



Aeoribik ve Anaerobik glikolizis ve pentoz fosfat yolu arasındaki farkları söyleyiniz.

8. KAN ŞEKERİ

Açlık halinde ölçülen kan glukoz düzeyine açlık kan şekeri denir ve 70-100 % mg. olarak değişir. Yemeklerden sonra bu miktar ortalama 130 mg'ı bulabilir. Sonra iki saat içinde eski düzeyine iner. Kapiller kan şekeri, venvöz kan şekerine kıyasla %10 kadar daha fazladır.

Kan şekeri düzeyinin yükselmesine hiperglisemi, düşmesine ise hipoglisemi denir. Çok miktarda karbonhidrat alınmasıyla oluşan hiperglisemiye Alimanter Hiperglisemi denir.

8.1. Kan Glukozunun Düzenlenmesi

Kan glukozu, karaciğerin, ekstrahepatik dokuların, ve bazı hormonların rol oynadığı, çok duyarlı homeostatik bir mekanizma ile kontrol edilir.

Yapılan incelemeler çeşitli hormonların karbonhidrat metabolizması üzerine etkili olduklarını ortaya koymuştur. Karbonhidrat metabolizması hormonların bulunuşundan değişik metabolik safhada ve değişik şekilde etkilenmektedir.

İnsülin hormonu, kan glukoz konsantrasyonunun düzenlenmesinden önemli rol oynar. İnsülin hiperglisemiye yanıt olarak, pankreastan direk kan içine salgılanır. İnsülin salgılanmasına, glukozun dışında amino asitler, serbest yağ asitleri, keton cisimleri ve glukagon hormonu da neden olur. Epinefrin ve norepinefrin hormonları insülin salgılanmasını engeller.

Ön hipofiz bezinden salgılanan büyüme hormonu ve ACTH insüline zıt etki göstererek kan glukozunu yükseltme eğilimindedirler. Büyüme hormonu, yağ dokusundan serbest yağ asitlerini serbest hale geçirerek glukozun bu doku tarafından kullanılmasını baskılar (inhibe eder).

ACTH böbreküstü bezi kabuğu hormonlarının salgılanmasını arttırarak glukoz düzeyi üzerine etkili olur. Böbrek sütü bezi kabuğu hormonlarından glukokortikoidler glukoneojeneze yol açarlar. Ayrıca glukozun ekstrahepatik dokular içinde kullanılışını inhibe ederler. Böbreküstü bezi medulla kısmından salgılanan epinefrin, hem karaciğerde hem de kasta glikojenin parçalanmasını stimüle eder.

Pankreastan sentezlenen glukagon hormonunun salğılanışını hipoglisemi stimüle eder, karaciğerde glikojen yıkımını artırarak kan glukoz düzeyini yükseltir.

9. KARBONHİDRAT METABOLİZMASI BOZUKLUKLARI

Çoğunlukla karbonhidrat metabolizmasinda görülen bozukluklar genetik bir defekt dolayısıyla enzim yetersizliğinden, hormonal bozukluklardan veya beslenme bozukluğundan ileri gelir. Normal şahıslarda, normal beslenme şartları altında, kanda gösterilebilecek miktarda bulunan tek şeker glukozdur. İdrarda aşeker bulunmasına genel olarak "melitüri" adı verilir. İdrarda glukoz, laktoz, fruktoz, galaktoz ve pentoz bulunmasına göre sırasıyla, glukozüri, laktozüri, fruktozüri, galaktozüri ve pentozüri terimleri kullanılır.

10. ŞEKER HASTALIĞI (DİABETES MELLİTUS)

Şeker hastalığı, organizmanın karbonhidrat kullanma yeteneğinin azalması ile ortaya çıkar ve genellikle kalıtsal olarak meydana gelen bir metabolizma hastalığıdar. Genellikle yetersiz insülin salınımı ve bunun sonucu olarak kan şekeri yükselmesi ile kendini belli eder. Diabette görülen metabolik bozuklukları şöyle özetleyebiliriz.

1. İnsülin yetersizliğine bağlı olarak, karbonhitratların yeterince kullanılamaması, aşırı glikojen yıkımı ve glukoneogenezise bağlı kan şekeri düzeyinin yükselmesi ve idrara glukoz geçmesi (Hiperglisemi ve Glukozüri)

2. Glukozun yeterince depo edilememesi ve dışarı atılması sebebiyle organizmanın glukoz yerine yağlardan yararlanmaya başlaması ve yağların hidrolizi ile açığa çıkan yağ asitlerinin kan dolaşımına karışmaları ve dokular tarafından kulanılmaları.

3. Yağ asitleri yıkımının artmasına bağlı olarak, keton cisimleri dediğimiz kimyasal bileşikler ve kolesterol sentezi artar. Keton cisimlerinin kanda birikmesi olayına metozis denir.

Şeker hastalığının, klinik olarak başlıca üç büyük belirtisi vardır. Çok su içme, çok yemek yeme, çok idrara çıkma, bunların ağız kuruması halsizlik ve yorgunluk gibi belirtileri vardır.

Diabet koması: Kanda biriken meton cisimlerinin toksik tesirinden ileri geldiği zannedilmektedir. Çok yüksek kan şekeri düzeyleri de komaya sebep olabilir.



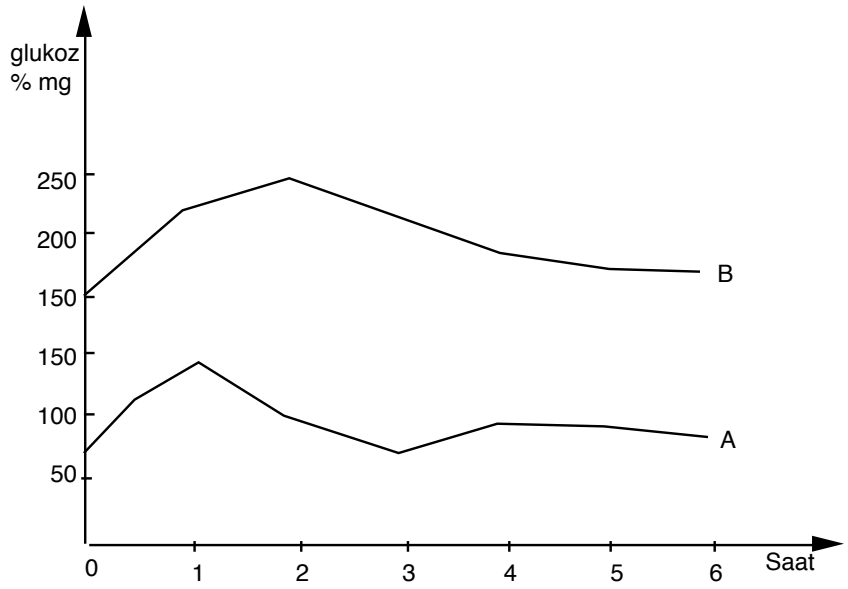
Aşağıdaki kavramların ne anlama geldiğini açıklayın.

Maltoz
Laktoz
Monasakkarit
Primer alkol grubu
Asimetrik karbon atomu
Optik Aktivite
Sitrik asit siklusu
Glikoliz
Glikojenez
Venöz kan şekeri
Alimanter hiperglisemi
Renal Diabet
Glikojenoliz

10. 1. Glukoz Tolerans Testi

Kan şekerinin hastaların durumuna göre gösterdiği değişikleri incelemek amacı ile uygulanan bir testtir. Bir şahsın glukozf metabolize etme yeteneği birçok faktörlere bağlıdır. İnsülin biosentezindeki önemli bozukluklarda açlık kan şekeri yüksektir ve devamlı bir glukozüri görülür. Hafif insülin yetmezliğinin tanısı ile belirli miktarda glukoz vermek ve bunun glikojene dönüşme hızını ölçmek suretiyle yapılabilir. Bu deneye glukoz tolerans testi veya glukoz yükleme deneyi denir.

Birçok glukoz yükleme deneyleri vardır. Bu deneyler genel olarak, bir insana vücut ağırlığının kilosu başına 1,5 - 1,75 gr. kadar glukoz vermek suretiyle yapılır. Glukoz verilmeden önce bir kere ve verildikten sonra belirli zaman aralıklarında kan alınır ve glukoz miktarı tayin edilerek bir kan şekeri eğrisi çizilir.



A: Normal B: Diabetli bir kişinin Glukoz tolerans eğrisi

Normal insanlarda glukoz yükleme deneyinde kan şekeri birinci saatin sonunda maksimuma erişir; nadiren %160 mg'ın üstüne çıkar, ikinci saatin sonlarına doğru veya 3. saatte tekrar normal düzeye iner. Her kan numunesi alındığında idrar da alınır. Normalde kanın glukoz düzeyi böbrek eşiğini aşmadığı için idrarda hiç şeker bulunmaz. Diabetli bir hastada aisedaha yüksek ve daha uzun süreli kan şekeri eğrileri elde edilir. Bu hallerde kan şekeri ancak daha uzun zaman sonra normal düzeye iner ve uzun zaman devam eden bir glukozüri görülür. Glukoz düzeyi fazla yükselmediği haldeidrarda glukoz görülürse, bu hal Renal Diabet'i gösterir.

Bunun aksine glukoz düzeyi yüksek olduğu halde idrarda glukoz bulunmaz ise, bu şeker hastalığı ile birlikte veya şeker hastalığı almadığı halde böbrekte mevcut bir bozukluğa işarettir.

Özet

Doğada, bitkisel ve hayvansal kaynaklı olarak yaygın olarak bulunan karbonhidratlar organizmada çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır. Hayvanlarda glukoz ve glikojen halinde en önemli enerji kaynaklarından birini oluşturur. Karbonhidratların metabolize olması ile açığa çıkan enerji hücrede çeşitli amaçlar için kullanılır. Metabolize olmaları sırasında ortaya çıkan enerji hücrede çeşitli amaçlar için kullanılır. Metabolize olmaları sırasında ortaya çıkan ara maddeler birçok biyolojik molekülün sentezinde öncül madde olarak kullanılmaktadır. Glukozun yıkılması ile ortaya çıkan bileşiklerden sentezlenen maddeler arasında, purin ve pirimidinleri, amino asitleri, porfirinleri, kolesterolü ve kolesterol türevlerini, mukopolisakkaritleri, gliserol ve yağ asitlerini, laktozu, askorbik asiti ve sitrik asit siklusu ara bileşiklerini saymak mümkündür.

Karbonhidratlar metabolizması, birçok enzim ve hormonların kontrolü altında olan ileri derecede hassas ve karmaşık bir konudur.

Değerlendirme Soruları

1. Monosakkarit olan "glukoz" molekülü aşağıda sayılan gruplardan hangisine girer?

   A) Triozlar
   B) Tetrozlar
   C) Pentozlar
   D) Hegsozlar
   E) Heptozlar

2. Açlık kan şekeri normal düzeye hangisidir?(%)

   A) 150-160 mg
   B) 70-100 mg
   C) 100-130 mg
   D) 130-150 mg
   E) 55-70 mg

3. Glukoz - 6 Fosfat'tan başlayıp Fruktoz 6 P. ta biten metabolik yol hangisidir?

   A) Glikolizis
   B) Glikojenezis
   C) TCA Siklusu
   D) Heksoz monofosfat yolu
   E) Glikojenolizis

4. Normal bir kişiye glukoz tolerans testi uygulandığında kan glukozu hangi saatte maksimum değere ulaşır?

   A) 1 saat
   B) 2 saat
   C) 3 saat
   D) 4 saat
   E) 1/2 saat

5. Glukozun CO_2 ve H_2O ya tam oksidasyonu aşağıdakilerden hangi yolla olur?

   A) Glikojenezis
   B) TCA Siklusu
   C) Glikojenolizis
   D) Glikoneogenezis
   E) Hiçbiri

6. Kan glukozunun yükselmesini önleyen hormon aşağıdakilerden hangisidir?

   A) İnsülin
   B) Glukagon
   C) Büyüme hormonu
   D) Prolaktin
   E) Hiçbiri

7. Böbrek eşik değeri, yani kan glukozunun belli birdeğerinden sonra idrarda görüldüğü sınır hangisidir?(%)

   A) 180-240 mg
   B) 80-120 mg
   C) 70-100 mg
   D) 200-250 mg
   E) 140-180 mg

8. İdrarda glukoz görülmesine ne denir?

   A) Galaktozemi
   B) Galaktozüri
   C) Glikozemi
   D) Glikozüri
   E) Fruktozüri

Yararlanılan ve Başvurulabilecek Kaynaklar

GÖZÜKARA, Engin. **Biyokimya**, Ankara, Ofset Pepianet Ltd. Şt. 1990.

LEHNİNGER, Albert L. **Biochemistry**, New York, Wort Publishers, Inc 1988.

TEKMAN, Ş ve Öner, N. **Genel Biokimya,** Fatih Yayınevi İstanbul, 1981.

ARAS, Kazım ve Gülseren Erşen. **Klinik Biokimya**, Ankara Hacettepe Taş Kitapçılık Ltd. 1988.