

EGZERSİZİN ENDOKRİN SİSTEME ETKİLERİ

DOÇ.DR.MİTAT KOZ

Endokrin sistem

normal fizyoloji

- **Endokrin sistem bir kontrol ve düzenleme sistemidir. Vücuttaki 3 ana fonksiyon ile yakın ilişkilidir.**
 - 1. Vücut sıvılarındaki kimyasal maddelerin konsantrasyonunun, protein, lipit ve karbonhidrat metabolizmasının düzenlenmesi,**
 - 2. Sinir sistemi ile birlikte vücudun streslere karşı koymasına yardım etmek,**
 - 3. Seksüel gelişim ve üremeyi içine alan büyüme ve gelişmenin düzenlenmesi.**

Egzersizde endokrin sistemin amacı ?

- Egzersizin oluşturduğu stresin ortadan kaldırılmasına yardımcı olmak (homeostazis)
 - Artan enerji tüketimi
 - Artan vücut ısısı
 - Artan elektrolit kaybı
 - Su, mineral, asit-baz değişimleri
 - Kalp-dolaşım sistemi fonksiyonlarındaki değişim
 -

Artan enerji gereksiniminin karşılanması

- Kassal egzersizler için gerekli olan enerji kas glikojeni , kas yağı , plazma glikozu, plazma yağ asitleri ve çok az miktarda da amino asitlerden sağlanmaktadır.
- Bu enerji kaynakları 100 m yarışından 42 km lik maraton yarışı gibi birbirinden farklı aktivitelere enerji temin etmek zorundadır.

- Böylesine farklı aktiviteler için gerekli olan enerji nasıl sağlanmaktadır ?
- Yağ dokusunun daha fazla serbest yağ asidi salmasına neden olan faktör nedir ?
- Karaciğer egzersiz yapan kaslar tarafından alınıp kullanılan kan glikozunun tekrar yerine konması gerektiğinin nasıl farkına varmaktadır ?
 - Çünkü kanda eksilen glikoz yerine konmasaydı hipoglisemi(kan glikozunun düşmesi) meydana gelirdi.
 - Hipogliseminin etkileri ?

Kan glikozu düşerse ne olur ?

- Merkezi sinir sisteminin ana enerji kaynağı kan glikozu dur.
- Egzersiz anında merkezi sinir sistemi fonksiyonları olmaksızın yorgunluk oluşma şansı ve hatta ciddi yaralanma şansı bile artar.
- Yani merkezi sinir sistemi glikozun kandaki düzeyinin eksilmesine çok duyarlıdır.
- Dinlenme halinde olduğu gibi egzersiz anında da kan glikozunun dar sınırlar içerisinde tutulması gereklidir.

Diğer örnekler

- Sodyum, potasyum, kalsiyum gibi mineraller ile su konsantrasyonlarındaki değişimler
- Kan basıncı ve PH düzeylerindeki değişimlerin de egzersiz anında fark edilip dar sınırlar içinde tutulması gereklidir.

- Ayrıca kardiyovasküler sistem çalışmasının da artan iş yüküne cevap verebilecek şekilde yeniden ayarlanması gereklidir.

Nöro-endokrin sistem

- Vücutta saydığımız bu değişikliklere cevap vererek, iç ortamdaki dengelerin sabit tutulmasını sağlayacak otonom sistemler bulunmaktadır.
- Bunlar sinir sistemi ve endokrin(hormon) sistemidir.
- Sıklıkla bu iki sistem birlikte çalışırlar ve nöroendokrin sistem olarak adlandırılırlar.

Nöroendokrin sistem çalışma şekilleri

Nöronal-Hormonal

- Bu iki sistem kullandıkları mesaj gönderme yolu açısından birbirinden farklıdırlar.
- Endokrin sistem kana **hormon** salgılar , salgılanan bu hormonlar dolaşım sistemiyle dokulara kadar giderler.
- Sinir sistemi ise bir sinirden diğerine veya bir sinirden bir dokuya bilgi-haber aktarmak için **nörotransmitter** dediğimiz maddeleri üreterek kullanır.
- Endokrin sistem geç oluşan ancak uzun süreli etkili değişikliklere neden olurken, sinir sistemi daha daha hızlı ve daha kısa süreli etkiler oluşturur.

Endokrin bezler ve hormonlar

- Endokrin sistem endokrin bezler olarak adlandırılan doku ve organlardan oluşmuştur.**
- Bu bezler hormon olarak adlandırılan kimyasal maddeleri sentezleyip salgırlar.**

Hedef hücre-organ

- **Dolaşıma salgılanan bir hormon vücudun bütün bölgelerine gidebilir.**
- **Ancak hormonlar etkilerini sadece belirli hücrelerde ve dokularda gösterir.**
- **Bu hücrelere ve organlara hedef hücre veya organ denir.**

Hormonların hedef hücredeki genel etkileri

- Çekirdekteki DNA'yı stimüle ederek
- hücre içi protein sentez hızını modifiye ederek,
- Enzim aktivite hızını değiştirerek,
- İkinci haberci sistemi aracılığıyla plazma membran transportunu değiştirerek,
- Sekresyon aktivitesini tetikleyerek.

Hormon reseptörleri

- **Hormonlar etkilerini hedef hücrelerin;**
 - hücre membranı yüzeyindeki,
 - yada sitoplazmanın
 - veya çekirdeğin içindeki reseptörleri aracılığıyla gösterir.

Hormon-reseptör etkileşimi

- Bir hormon tarafından hedef hücrenin aktivasyonu 3 faktöre bağlıdır;
 - Kandaki hormon konsantrasyonları
 - Hedef hücre reseptör sayısı
 - Reseptörün hormona duyarlılığı

Dinamik etkileşim

- Hormon reseptörleri dinamik yapıdadır ve fizyolojik gereksinime göre sürekli olarak kendilerini ayarlarlar.
- Upregülasyon;
 - Hormon düzeylerinin azaldığı durumlarda hedef hücrenin reseptör sayısını artırdığı durum.
- Downregülasyon ;
 - Uzun süre yüksek hormon konsantrasyonlarına maruz kalma sonucu hedef hücrenin reseptör duyarlılığını veya sayısını azalttığı durum.

Hormon düzeylerini belirleyen faktörler

- Hormon salgıları sabit hızda değildir, vücudun ihtiyaçlarına göre ayarlanır.
- Salgilama pulsatildir.
- Plazma hormon düzeyleri 4 faktörce belirlenir;
 - Endokrin bezde sentezlenen hormon miktarı,
 - Kana salınma hızı yada metabolizma hızı
 - Taşıyıcı proteinlerin miktarı
 - Plazma volümündeki değişmeler

Hormon salgısının kontrolü...

- **Hormonal sekresyonlar genellikle negatif feedback sistemler ile normal seviyede tutulur.**

Endokrin bez aktivitesi 3 yolla uyarılır.

- Hormonal uyarılma
 - Hormonlar birbirlerinin sekresyonunu etkileyebilir.
- Humoral uyarılma
 - Kanda, safrada ve diğer vücut sıvılarındaki bazı iyonların besin öğelerinin değişmesi hormon salgısını uyarır.
- Nöral uyarılma
 - Sinirsel aktivite hormon salgılanmasını etkiler.

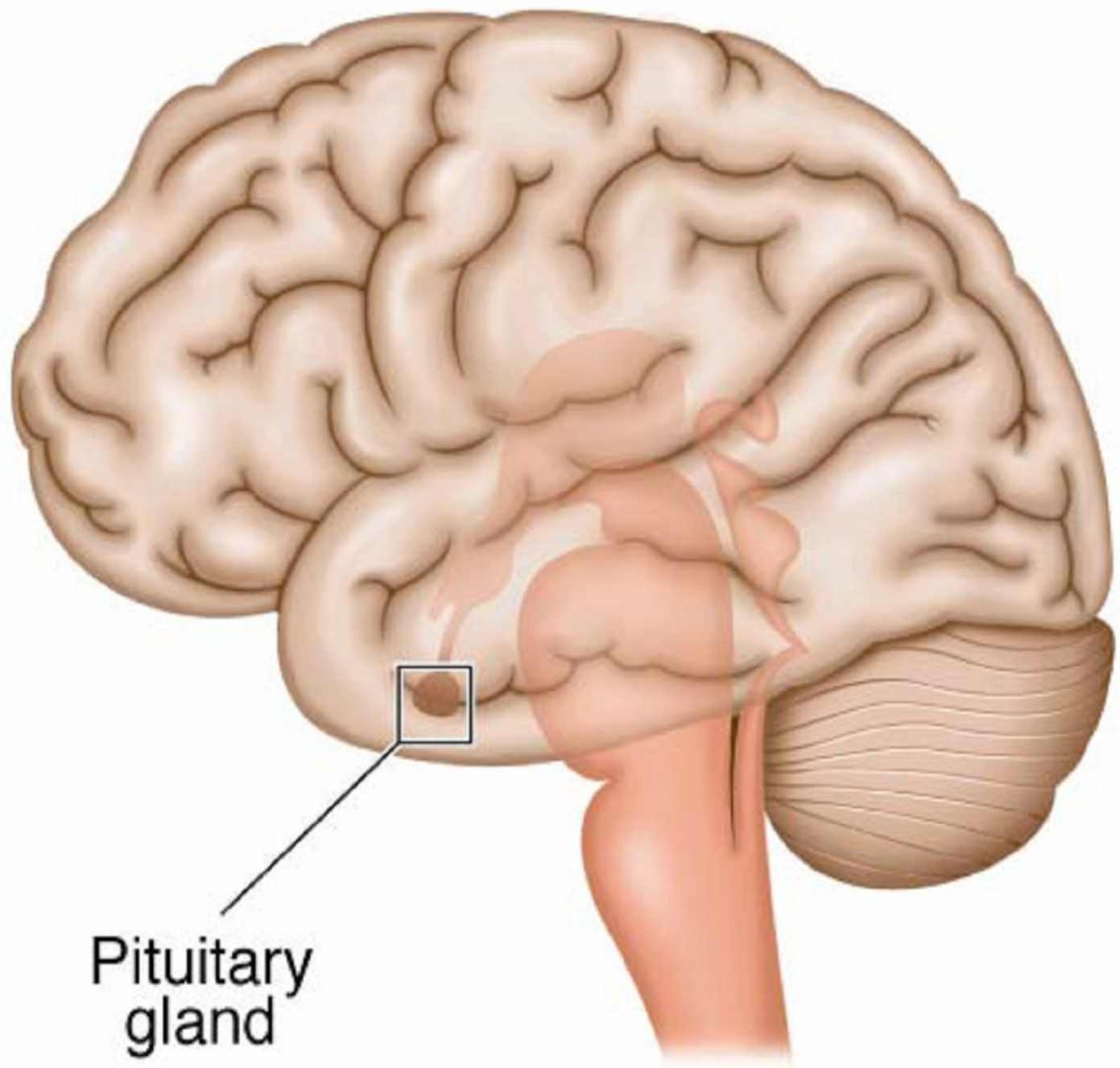
Egzersizde hormonal değişimler

- Dinlenim değerleri ile karşılaştırıldığında egzersiz bazı hormonların kan değerlerinde azalma yada artma şeklinde birtakım değişikliklere yol açar.
- Bu azalma yada artma sıklıkla hormonu salgılayan endokrin bezin salgısındaki değişmeleri yansıtır.
- **Bununla birlikte metabolik ömrü ya da kandan uzaklaştırılma hızındaki değişmeler ve hemokonsantrasyonun etkileri de egzersizin neden olduğu değişikliklerden sorumludur.**

- **Örneğin egzersizde plazma konsantrasyonu artan bir hormonun artış nedeni;**
 - **sekresyon hızındaki artış,**
 - **hormonun metabolik kullanımı ya da temizlenme hızındaki azalma ve**
 - **terleme ile oluşan su kaybı nedeniyle plazma volümünün azalması (hemokonsantrasyon) veya**
 - **bu 3 faktörün kombinasyonu nedeniyle olabilir.**

Hipofiz bezi

- Beyinde hipotalamusun hemen altında bulunur.
- İki ayrı lobtan oluşmuştur;
 - Anterior lob (adenohipofiz)
 - Posterior lob (nörohipfiz)
- **Adenohipofiz** gerçek bir endokrin bezdir ve salgı hücreleri ihtive eder.
- **Nörohipfiz** ise hipotalamustan köken alan pek çok sinir ucunun sonlandığı bölümdür.



Pituitary
gland

Hipofiz hipotalamus ilişkisi

- Hipofiz bezi kan damarları ve sinir lifleri ile hipotalamusla bağlantılıdır. Bu bağlantı sinir sistemi ile endokrin sistem arasındaki direkt bir bağlantıdır.
- Hipotalamus ile adenohipfiz arasındaki bağlantı hipotalamik-hipofiziel portal sistem adı verilen damar sistemi ile sağlanır.
- Hipotalamus ile nörohipofiz arasındaki bağlantı ise sinirler aracılığıyla gerçekleştirilir.

Hipofiz-hipotalamus ilişkisi

- **Hipotalamus;**
- **Adenohipofizden salgılanan hormonların salgılanmasını düzenleyen salgılatıcı (releasing) ve salgıyı durdurucu (inhibiting) hormonlar salgılar. Bu hormonlar kan yoluyla hipofize gelir.**
- **Antidiüretik hormon (ADH) ve oksitosin hormonlarını sentezler, depolar ve nörohipofizden salgılatır. Bu hormonlar sinirin aksonu aracılığıyla hipofize gelir.**

Nörohipofiz hormonları

- Nörohipofizden hipotalamusta sentezlenen 2 hormon salgılanır.
 1. Antidiüretik hormon (ADH)
 2. Oksitosin

Antidiüretik hormon (ADH)

- **Antidiüretik: idrar atılımını azaltan**
- **ADH diğer adıyla vazopressinin ana görevi vücut sıvı dengesinin düzenlenmesine katkıda bulunmaktır.**
- **ADH'nin hedef organı böbreklerdir.**
- **Böbreklerden su geri emilimini artırarak, idrar yoluyla su atılımını azaltır.**
- **Dehidrasyon ve koma gibi kan sıvı miktarının azaldığı durumlarda ADH salgısı artar.**

Antidiüretik Hormon(ADH) ve Aldosteron

- Adından da anlaşılacağı gibi ADH vücuttan su kaybını azaltan bir hormondur.
- ADH böbreklerden suyun geri emilimini artırır .
- ADH sekresyonunu iki ana faktör arttırır.
 - 1-Yüksek plazma ozmolaritesi(plazma su konsantrasyonunun düşük, iyon yada diğer maddelerin yüksek olması). Bu durum su desteği yapılamadığında fazla terleme neticesinde oluşur.
 - 2-Düşük plazma volümü. Bu da kan kaybı veya yetersiz sıvı desteği neticesinde oluşabilir.

- **Plazma sıvı konsantrasyonlarının düştüğü veya ozmolaritesinin arttığı durumlarda, beyin hipotalamus bölgesinde bulunan ozmoreseptörler bu durumu algırlar ve ADH salınmasına yol açacak sinirsel refleksi başlatırlar.**
- **ADH böbreklerden su tutulumunu artırır.**
- **Ozmolarite normal fakat plazma volümü düşükse sol atriumdaki gerilme reseptörleri ADH salınmasına neden olacak refleksi başlatırlar.**
- **Egzersizde plazma volümünün düşmesi, ozmolaritenin artması ve sempatik sistem aktivitesinin artması hipofiz bezinden ADH salgısını artırır.**
- **Özellikle egzersiz şiddeti % 60 VO₂ max. üzerine çıktığında ADH salgısı da artmaktadır.**

Adenohipofiz hormonları

- 1. Growth hormon(GH)-Büyüme hormonu (BH)**
- 2. Prolaktin**
- 3. Tiroid stimüle edici hormon(TSH)**
- 4. Adrenokortikotropik hormon (ACTH)**
- 5. Luteinizan hormon (LH)**
- 6. Follikül stimüle edici hormon (FSH)**
- 7. Melanosit stimüle edici hormon (MSH)**

Büyüme Hormonu (BH)

- **Tek bir özel hedef organı olmayıp bütün vücut bölümlerini etkileyerek büyümeyi uyarır.**
- **En belirgin etkisi çocuklarda ve adolesan dönemde doku kitlesini artırarak (protein sentezi) ve hücre bölünmesini uyararak büyümeyi hızlandırır.**
- **Uzun kemiklerin epifiz plakları üzerine doğrudan etkiyerek epifiz plaklarının devamlılığını sağlar.**

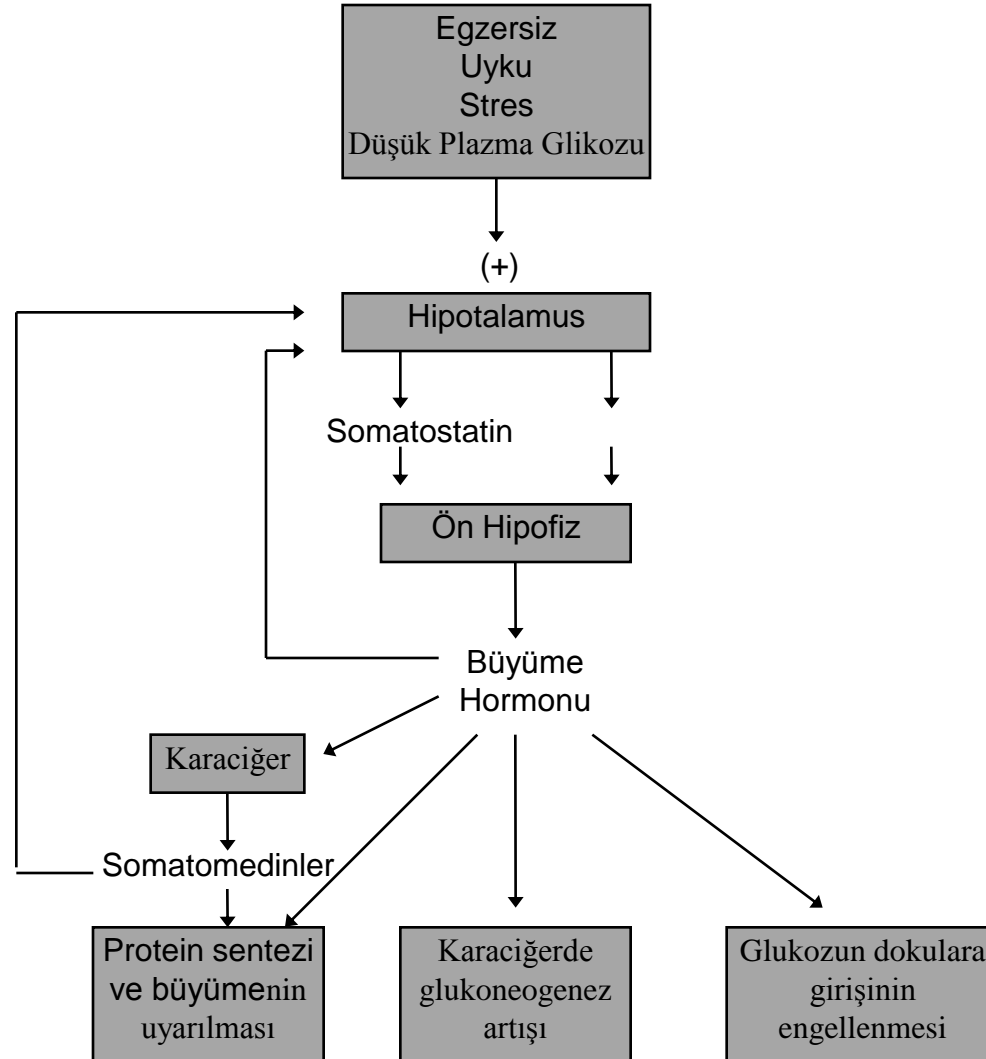
Büyüme Hormonu(BH)

- Ön hipofizden salgılanan BH dokuların protein sentezlemede rol alan ana faktördür.
- BH direkt olarak yada indirekt olarak karaciğerden somatomedinler adı verilen faktörlerin salgısını arttırmak suretiyle etkisini gösterir.
- Ayrıca BH yağ ve karbonhidrat metabolizmasında da etkilidir.
- BH kortizolün etkilerini destekler;
 - dokular tarafından glikoz alımını azaltır,
 - yağ asidi mobilizasyonunu artırır ve
 - karaciğerde glukoneogenezisi yani glikojen yapımını hızlandırır.
- Net etkisi plazma glikoz konsantrasyonlarını sabit tutmaktır.

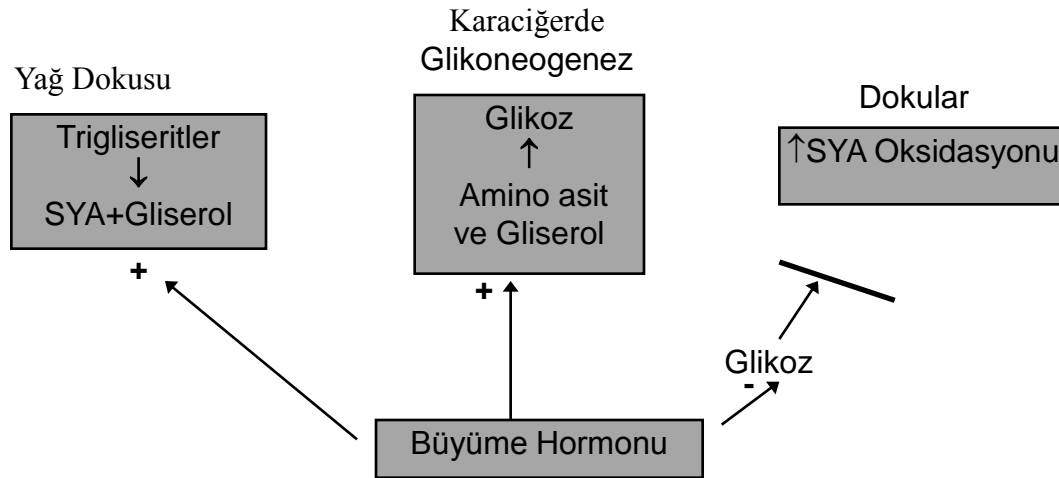
BH nın genel etkileri

- **Protein sentez hızını artırır,**
- **Protein yıkılımını azaltır,**
- **Glikoz kullanımını azaltır, önler;**
 - **enerji kaynağı olarak karbondihdrattan yağa doğru bir kayma olmasını sağlar,**

Büyüme Hormonunun sekresyonunun düzenlenmesi ve etkileri



Büyüme Hormonunun plazma glikozunun ayarlanmasına etkileri



BH yetersizliği

- Büyüme dönemindeki bir kişide BH salgısı yetersiz olursa epifiz plakları erken kapanır ve vücut büyümesi durur **dwarfizm (cücelik)** ortaya çıkar.

BH fazlalığı

- Tersine BH sekresyonu adolesan dönemin sonuna doğru azalmazsa **giantism (devlik)** oluşur ve kişinin boyu uzamaya devam eder.
- BH sekresyonu normal büyüme bittikten sonra fazla olursa **akromegali (acromegaly)** adı verilen durum ortaya çıkar.
- Akromegalide baştaki, ellerdeki ve ayaklardaki kemiklerde uzamadan ziyade kalınlaşma ortaya çıkar.

BH salgısının kontrolü

- **BH salgısı hipotalamusta üretilip adenohipofize aktarılan iki hormon tarafından kontrol edilir;**
 - 1. Büyüme hormonu salgılatıcı hormon**
 - 2. Büyüme hormonu salgısını durdurucu hormon**

Egzersiz-BH İlişkisi

- Egzersiz ile BH nun kandaki düzeyleri artar ve egzersiz şiddeti arttıkça artış da daha belirgin olur.
- Maksimal bir egzersiz çalışmasında dinlenim değerinin 25 katı kadar artabilir.
- BH egzersizde hemen artmaz, dereceli olarak artar.
- Egzersize BH cevabı bireyin fitness düzeyiyle de yakından ilişkilidir.

- Aynı iş yüküne BH cevabı antrene bireylerde sedanterlere oranla daha düşüktür ve ağır bir egzersiz sonrası BH deki normal değerlere düşme antrene bireylerde sedanterlerden daha hızlıdır.
- Buna karşın rölatif olarak benzer iş yüklerinde egzersiz yapıldığında antrene bireylerin BH cevabı daha fazladır.

Adenohipofiz hormonları

1. **Growth hormon(GH)-Büyüme hormonu (BH)**
2. **Prolaktin**
3. **Tiroid stimüle edici hormon(TSH)**
4. **Adrenokortikotropik hormon (ACTH)**
5. **Luteinizan hormon (LH)**
6. **Folikül stimüle edici hormon (FSH)**
7. **Melanosit stimüle edici hormon (MSH)**

Prolaktin

- **Prolaktinin kadınlarda iki görevi vardır;**
 - 1. Östrojen (dişi cinsiyet hormonu) ile birlikte gebelikte meme bezlerinde meme kanallarının gelişimini uyarır.**
 - 2. Doğumdan sonra meme dokusunda süt üretimini uyarır.**

Prolaktin salgısının kontrolü

- **Prolaktin salgısı hipotalamusta üretilip adenohipofize aktarılan iki hormon tarafından kontrol edilir;**
 - 1.Prolaktin salgılatıcı hormon**
 - 2.Prolaktin salgısını durdurucu hormon**

Prolaktin ve egzersiz

- Prolaktin düzeyleri yüksek yoğunluktaki egzersizde artar ve toparlanmada da 45 dakika içinde normale döner.
- Egzersizin yol açtığı prolaktin değişimleri over fonksiyonlarını inhibe ederek sporcu kadınlarda siklus bozukluklarına yol açabilir.
- Prolaktin düzeyleri maksimal egzersiz sonrası erkeklerde de artar.

Adenohipofiz hormonları

1. **Growth hormon(GH)-Büyüme hormonu (BH)**
2. **Prolaktin**
3. **Tiroid stimüle edici hormon(TSH)**
4. **Adrenokortikotropik hormon (ACTH)**
5. **Luteinizan hormon (LH)**
6. **Folikül stimüle edici hormon (FSH)**
7. **Melanosit stimüle edici hormon (MSH)**

Tiroid stimüle edici hormon(TSH)

- TSH tiroid bezi hormonlarının sekresyonunu ve sentezini uyarır.
- TSH nın fazla salgılanması goiter (guatr) olarak isimlendirilen tirodi bezinin genişlemesine yol açar.
- TSH sekresyonu hipotalamusta üretilen tirotropin salgılatıcı hormon ile kontrol edilir.

Adenohipofiz hormonları

1. **Growth hormon(GH)-Büyüme hormonu (BH)**
2. **Prolaktin**
3. **Tiroid stimüle edici hormon(TSH)**
4. **Adrenokortikotropik hormon (ACTH)**
5. **Luteinizan hormon (LH)**
6. **Folikül stimüle edici hormon (FSH)**
7. **Melanosit stimüle edici hormon (MSH)**

Adrenokortikotropik hormon (ACTH)

- **ACTH böbrek üstü bezinden glukokortikoidler olarak adlandırılan steroid yapılı hormonların üretimini ve salgısını artırır.**
- **ACTH salgısı hipotalamustan salgılanan kortikotropin salgılatıcı hormon tarafından düzenlenir.**
- **Stres, isülin, ADH ve diğer hormonlar kortikotropin salgılatıcı hormon salgısını feedback mekanizmalar ile etkileyerek ACTH salgısını artırırlar.**

ACTH

- Yağ dokudan yağ asidi mobilizasyonunu artırır,
- Glikoneogenezi artırır
- Protein katabolizmasını uyarır

ACTH ve egzersiz

- ACTH düzeyleri egzersiz şiddeti aerobik kapasitenin % 25 ini geçerse egzersizin süresi ve şiddeti ile orantılı olarak artar

Adenohipofiz hormonları

1. **Growth hormon(GH)-Büyüme hormonu (BH)**
2. **Prolaktin**
3. **Tiroid stimüle edici hormon(TSH)**
4. **Adrenokortikotropik hormon (ACTH)**
5. **Luteinizan hormon (LH)**
6. **Folikül stimüle edici hormon (FSH)**
7. **Melanosit stimüle edici hormon (MSH)**

Luteinizan Hormon (LH)

- **Ovulasyon-Yumurtlama; overlerden olgun yuöürta hücresinin aylık peryotlar halinde salınması**
- **LH ovulasyonu uyaran gonadotropik bir hormondur.**
- **LH nin hedef organı**
 - **Ekeklerde testislerdeki interstitial hücreler ki bu hücreler testesteron salgırlar.**
 - **Dişilerde ise overlerdir.**
- **LH salgısı progesteron, östrojen ve testesteron gibi hormonlarla feedback olarak düzenlene gonadotropin salgılatıcı hormon tarafından kontrol edilir.**

Adenohipofiz hormonları

1. **Growth hormon(GH)-Büyüme hormonu (BH)**
2. **Prolaktin**
3. **Tiroid stimüle edici hormon(TSH)**
4. **Adrenokortikotropik hormon (ACTH)**
5. **Luteinizan hormon (LH)**
6. **Folikül stimüle edici hormon (FSH)**
7. **Melanosit stimüle edici hormon (MSH)**

Folikül stimüle edici hormon (FSH)

- **FSH da bir gonadotropik hormondur.**
- **FSH dişilerde menstruel siklus boyunca ovelerde follikül hücrelerinin büyümesini ve follikül hücrelerinden östrojen salınmasını uyarır.**
- **Erkeklerde FSH testislerde sperm üreten hücreleri uyarır.**
- **Salgısı gonadotropin salgılatıcı hormon ile kontrol edilir.**

FSH ve LH düzeyleri

- Bu hormonların kadının menstruel siklusunun değişik dönemlerinde kandaki düzeyleri de değişir.
- Özellikle yumurtlama döneminde bu hormonlar büyük değişmeler gösterirler.

- Menstruel siklusun yumurtlamadan önceki yani folliküler faz döneminde yapılan egzersiz östrojen ve progesteron da egzersiz şiddetiyle orantılı küçük değişimler yaparken, LH ve FSH önemli değişme olmaz.
- Östrojen ve progesteron daki yükselmenin de plazma volümündeki değişimler ve ortamdan uzaklaştırılma hızının azalması nedeniyle olduğu düşünülmektedir.
- Menstruel siklusun yumurtlamadan sonraki yani luteal faz döneminde yapılan egzersiz ile sadece östrojen miktarında artma olmaktadır.

Endokrin Bezler

- Hipofiz bezi-Hipotalamus
- **Tiroid bezi**
- Paratiroid bezi
- Böbrek üstü bezleri
- Pankreas
- Gonadlar-cinsiyet bezleri
- Diğerleri
 - Böbrekler
 - Pineal bez
 - Timus bezi
 - Kalp
 - Sindirim kanalı

Tiroid bezi

- **Tiroid bezi boyunda trakeanın önünde iki lob halinde bulunur.**
- **Tiroid bezinin folliküler hücrelerinden;**
 - **Tiroksin (tyroxine)(T4),**
 - **Triiodotironin (triiodothyronine) (T3)**
- **Tiroid bezinin parafolliküler hücrelerinden;**
 - **Kalsitonin hormonları salgılanır.**

Tiroid bezi salgısının...

- **% 93 ı tiroksindir (T4),**
- **T4 ve T3 her ikisi de tirozin amino asitine iyot bağlanmasıyla oluşur.**
- **T3 ün etkisi T4 ün 4 katı güçtedir.**
- **Ama T3 ün kandaki miktarı ve kalış süresi çok azdır**

Tiroid hormonlarının etkileri

- **Vücudun pek çok hücresinde hücresel reaksiyonları hızlandırır.**
- Tiroid hormonları genel metabolik hızın ayarlanmasında merkez görev yaparlar.
- Metabolik hızı artırıcı etki gösterirler.
- **Böylece;**
 - Bazal metabolizma hızı artar,
 - Büyüme hızlanır,
 - Hücresel farklılaşma ve protein sentezi uyarılır.
 - Karbonhidrat ve yağ metabolizması uyarılır (kalorijenik etki).

- Metabolik hız artışı ile ilişkili fonksiyonları şunlardır:

1-gençlerde normal büyüme ve gelişme için gerekli olan tiroid hormonlarının yapımını artıran protein sentezinin artışı,

2-Hücre içi enzim miktarının artışı,

3- Mitokondri sayı ve miktarının artışı,

4- Hücresel glikoz alımının artması, glikoliz ve glukoneogenezisi artması,

5-serbest yağ asitlerinin oksidasyon ve mobilizasyonunun artması.

- T3 ve T4 ün latent peryotu yani kanda yükselip etki göstermesi arasındaki zaman uzundur.
- T3 için 6-12 saat,
- T4 için 2-3 gün.
- Fakat bu iki hormon bir kez etki göstermeye başladığında etkileri oldukça uzun sürer.

Hipertiroidi-hipotiroidi

- **Tiroid bezi aktivitesinin artmasına hipertiroidi, azalmasına ise hipotiroidi denir.**

Tiroid hormonlarının salgısının düzenlenmesi

- **Tiroid hormonları TSH tarafından feedback mekanizmalar ile düzenlenir.**
- **T4 kanda düşükse,**
- **soğuk, stres ve gebelik gibi durumlar var ise ki bu durumlarda enerji ihtiyacı artar, TSH salgısı uyarılır, o da tiroid bezini uyarır.**

Egzersiz ve tiroid hormonları

- Egzersizin süresi ve şiddeti aktivite anında dolaşımdaki tiroid hormon düzeylerinin değişip değişmeyeceğinde kesin etkilidir.
- Örneğin 0.18-0.9 km yüzme veya orta şiddette 90 dakika bisiklet ergometresinde pedal çevirme tiroid hormon konsantrasyonlarında değişiklik yapmaz.

- Tiroid hormonları uzamış ağır egzersizlerde (örneğin 70 km lik yarış gibi) artar.
- Böyle bir egzersizden hemen sonra T3 ve T4 konsantrasyonları artmakla birlikte egzersizden sonraki birkaç gün içinde egzersizden önceki değerlerinde altına düşmektedir.
- Fakat bu dönemlerde TSH yükselmektedir.
- TSH düşük submaksimal iş yüklerindeki egzersizlerde ve sonrasında değişmez.

- Uzun süreli submaksimal egzersizler sonrasında TSH yükselebilir fakat egzersiz anında düşer.
- TSH daki bu uzamış ve belirgin yükselme muhtemelen egzersiz nedeniyle tiroid hormonlarındaki periferel eksilmedir.
- T3 ve T4 ün eksilmesi hipofizden TSH salgısını uyarır.
- Egzersizin hemen sonrasında T3 ve T4 deki artış TSH nın neden olduğu erken salınım nedeniyle olabilirken, egzersizden sonraki azalma tiroid bezinin bu hormonlara olan artmış ihtiyacı karşılayamamasından kaynaklanabilir.

Kalsitonin

- **Kalsitonin kan kalsiyum düzeylerini düşüren bir hormondur.**
- **Kalsitonin**
 - kemik hücresinde kemik yıkımını azaltır,
 - kemikten kana kalsiyum geçişini azaltır,
 - kandan kemiğe kalsiyum geçişini artırır.
 - **Sonuçta kan kalsiyumunu düşürülür.**
- **Egzersiz kalsitonine etkisi açık değildir.**

Endokrin Bezler

- Hipofiz bezi-Hipotalamus
- Tiroid bezi
- **Paratiroid bezi**
- Böbrek üstü bezleri
- Pankreas
- Gonadlar-cinsiyet bezleri
- Diğerleri
 - Böbrekler
 - Pineal bez
 - Timus bezi
 - Kalp
 - Sindirim kanalı

Paratiroid bezler

- **Paratiroid bezler tiroid bezinin arkasında bulunan küçük bezlerdir.**
- **Parat hormon (paratiroid hormon) (PTH) salgırlar.**
- **PTH kalsitoninin tersi etkilere sahiptir.**
- **Kan kalsiyum düzeylerini artırıp, fosfat düzeylerini azaltır.**
- **Kan kalsiyum miktarı azaldığı zaman PTH artar.**

Paratiroid bezler

- **PTH nin etkileri:**
 - 1. Kemik dokusunda kemik yıkılımını hızlandırarak kemikten kana Ca geçişini uyarır.**
 - 2. İnce bağırsaklardan kana Ca ve fosfat emilimini artırır.**
 - 3. Böbreklerden kalsiyum geri emilimini artırır.**

Paratiroid Hormon ve egzersiz

- Egzersiz plazma parat hormon konsantrasyonlarını artırır.
- Dayanıklılık çalışmaları gençlerde ve yaşlılarda egzersiz ile ilişkili PTH yükselmesini artırır.

Endokrin Bezler

- Hipofiz bezi-Hipotalamus
- Tiroid bezi
- Paratiroid bezi
- **Böbrek üstü bezleri**
- Pankreas
- Gonadlar-cinsiyet bezleri
- Diğerleri
 - Böbrekler
 - Pineal bez
 - Timus bezi
 - Kalp
 - Sindirim kanalı

Böbrek Üstü bezleri (Adrenal Bezler)

- **Adrenal bezler böbreğin üst ucunda lokalize olmuşlardır.**
- **Her bir adrenal bez iki farklı bezin bileşiminden oluşmuştur**
 - **Medülla (iç bölümü), adrenal medülla**
 - **Kortex (dış bölüm, medüllanın çevresi), adrenal kortex**
- **Medülla ve kortex farklı hedef organları olan farklı hormonlar sentezler.**

Adrenal kortex

- **Kortex de 3 farklı steroid hormon sentezlenir.**
 - 1. Glukokortikoidler,**
 - 2. Mineralokortikoidler**
 - 3. Gonadokortikoidler**

Adrenal korteks;

Glukokortikoidler

- **Glukokortikoidler 2 tiptir;**
 - Kortizol
 - Kortikosteron
- **Glukokortikoid etkinin % 95 i kortizole aittir.**
- **Glukokortikoidler karbonhidrat, protein ve yağ metabolizması için gereklidir.**
- **Glukoneogenezi (karbonhidrat dışındaki kaynaklardan karaciğerde glikoz sentezlenmesi) uyarır.**
- **Allerjik reaksiyonları ve inflamatuvar cevapları baskılar.**

Kortizol ve ACTH

- Böbreküstü bezi korteksinden salgılanan kortizol uzun süreli açlıkta ve uzun süreli egzersizde çeşitli mekanizmalar ile kan glikozunun sabit düzeylerde tutulmasına katkıda bulunur.

Bu mekanizmalar arasında:

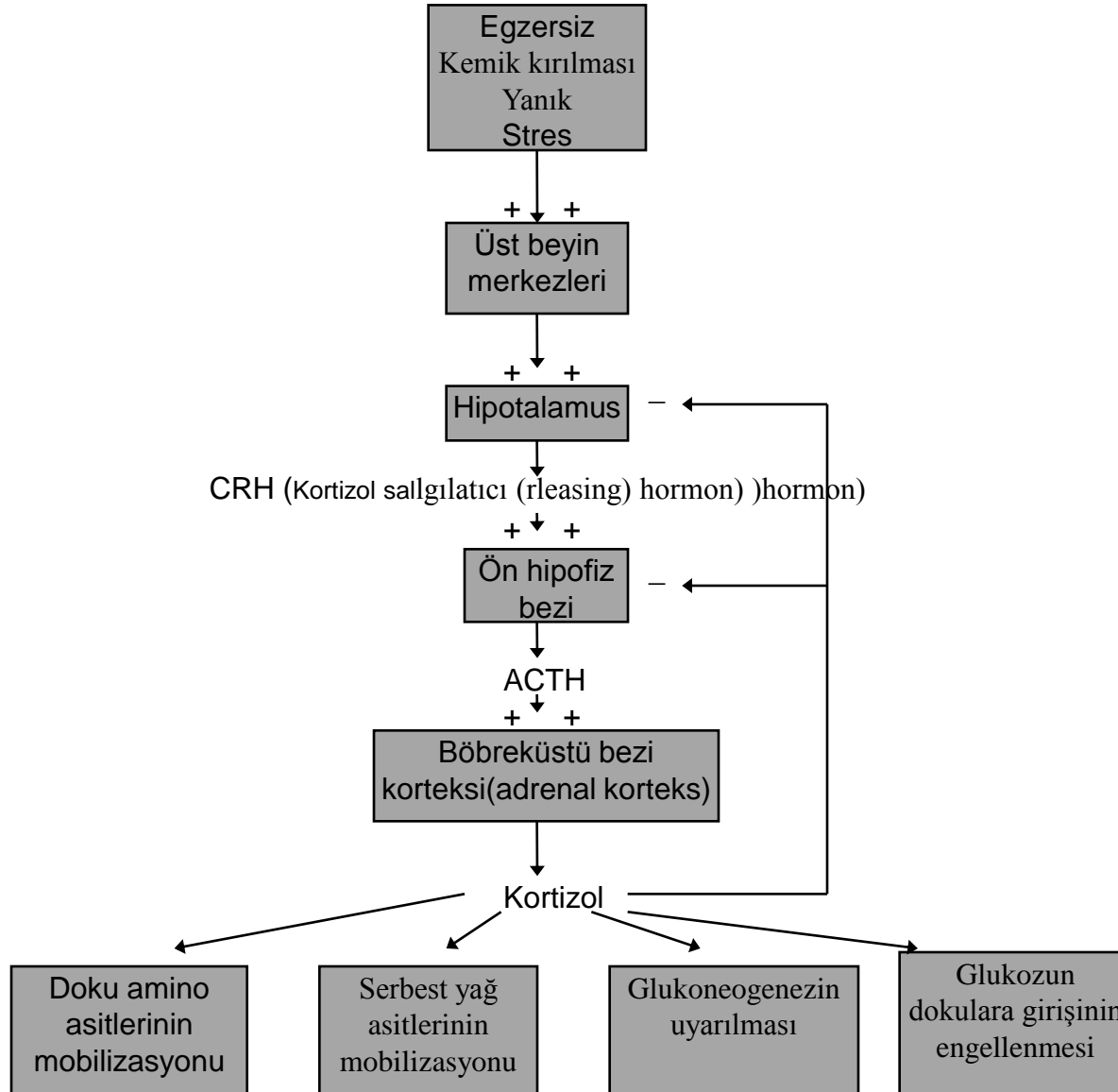
- 1-Dokuların protein yıkılımını arttırarak (protein sentezini inhibe ederek), amino asit oluşmasını ve oluşan amino asitlerin karaciğer tarafından yeni glikoz sentezinde kullanılmasını (glukoneogenezis) arttırmak,
- 2- yağ dokusundan serbest yağ asidi salınımını arttırmak,
- 3-glikoz sentezinde görev alacak karaciğer enzimlerinin sentezini uyarmak,
- 4- glikozun dokulara girişini engelleyerek daha fazla yağ asidi kullanmalarına zorlamak.

- Plazma kortizol konsantrasyonları hipofiz bezinden salgılanan Adrenal kortikotropik hormon (ACTH) tarafından negatif geri bildirim mekanizmasıyla kontrol edilmektedir.
- Kortizol aynı zamanda psikolojik stresler ile de yakından ilişkilidir ve stres hormonudur.

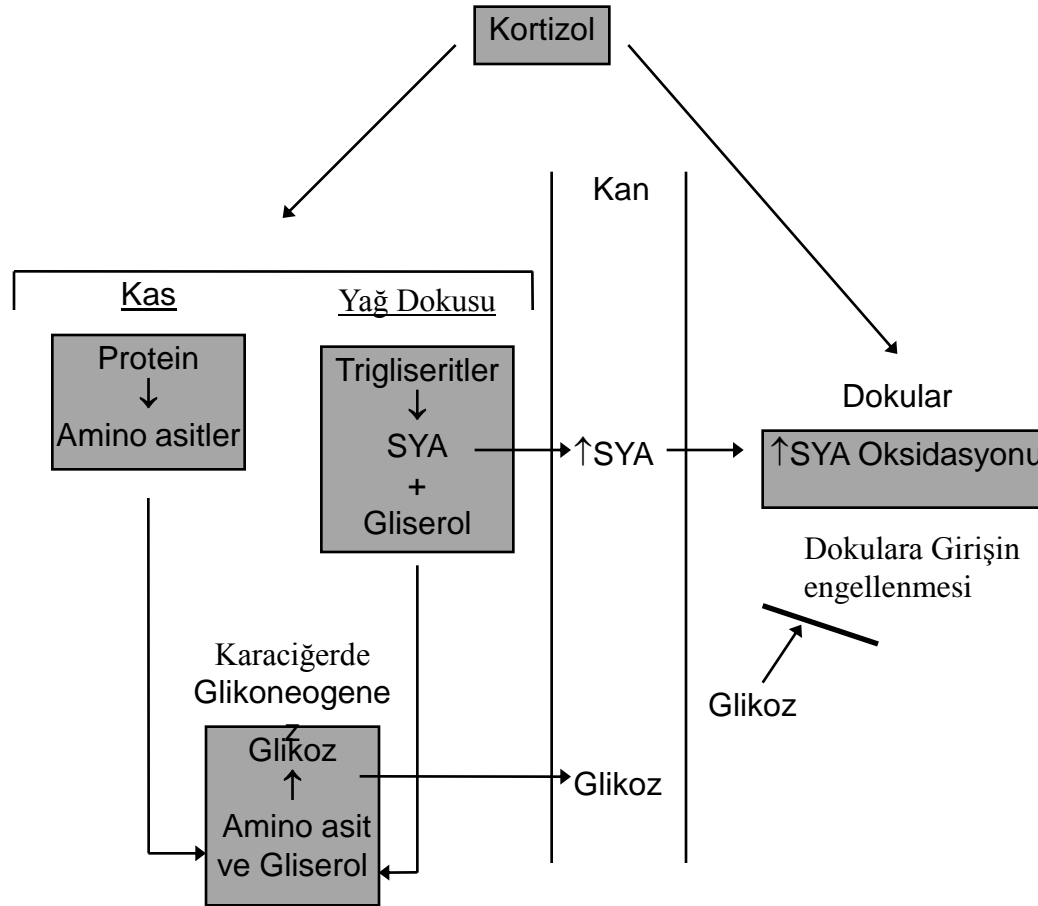
- Egzersiz kortizol salgısını etkiler.
- Kortizol salgısı egzersiz şiddetiyle yakından ilişkilidir.
- % 60 VO₂ maksimumun altındaki şiddetlerde yapılan egzersizlerde plazma kortizol düzeyleri düşerken bu şiddetin üzerindeki egzersizlerde ve sonrasında artar.

- Bunun hafif şiddetteki egzersizlerde plazmadaki kortizolün BÜB den salgılanandan daha hızlı bir şekilde kandan uzaklaştırılması ve şiddetli egzersizlerde de salgı hızının kandan alınma hızından daha fazla olması nedeniyle olduğu gösterilmiştir.

Kortizol salgılanmasının kontrolü ve etkileri



Kortizolün plazma glikozunun ayarlanmasına etkileri(SYA:Serbest yağ asitleri)



Adrenal korteks;

Mineralokortikoidler

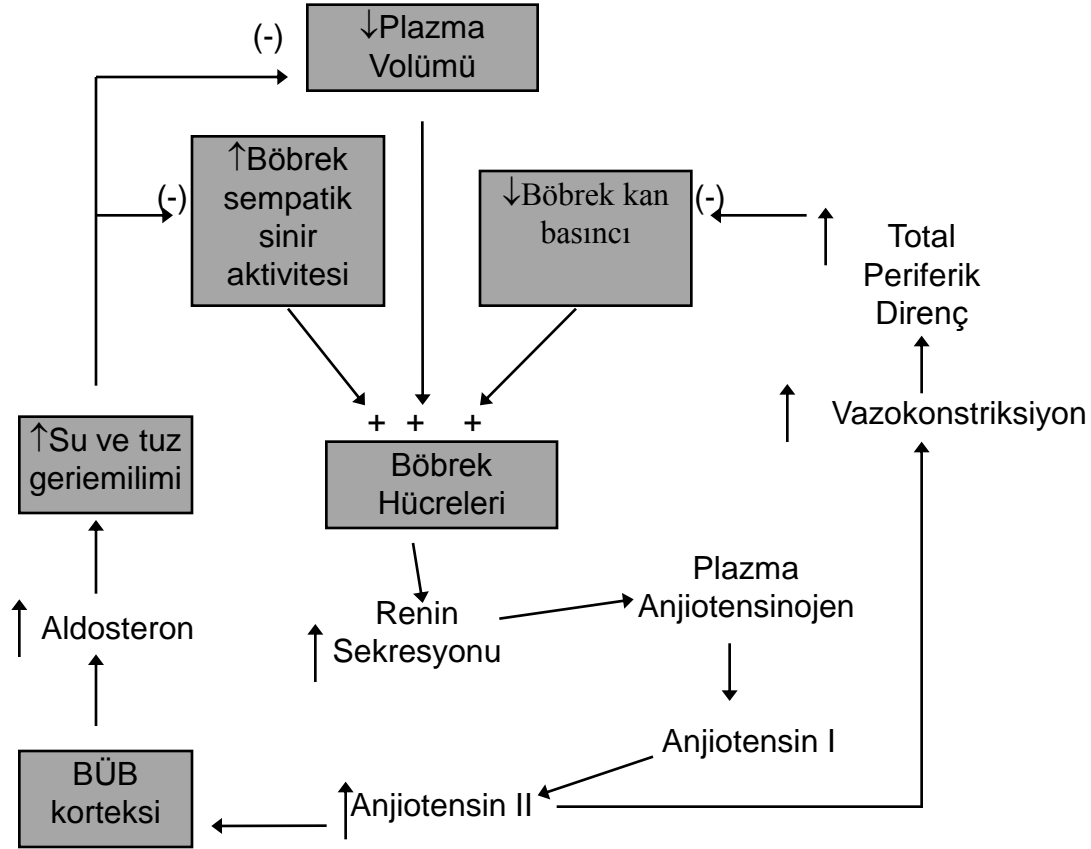
- **En önemli mineralokortikoid aldosterondur.**
- **Aldosteron sodyum, potasyum kaybı ve geri emilimi aracılığıyla mineral dengesini kontrol eder.**
- **Mineralokortikoid aktivite;**
 - **Ter, tükürük, idrar ve mide salgısı gibi sıvılarda sodyum geri emilimini dolayısıyla da su geri emilimini artırmaktır.**

- Plazma su ve iyon konsantrasyonlarının düzenlenmesinde etkili rol alan bir diğer hormonda aldosteron dur.
- Aldosteron böbreklerden Na geri emiliminin ve K sekresyonunun düzenlenmesinde önemli rol oynar.
- Aldosteron $\text{Na}^{++}/\text{H}_2\text{O}$ dengesi, plazma volümü ve kan basıncı ile yakından ilişkilidir.
- Aldosteron salgısı direkt olarak plazma K konsantrasyonları tarafından kontrol edilir.
- Ayrıca renin anjiotensin sistemi de aldosteron salgısının düzenlenmesine katkıda bulunmaktadır.

- Plazma K konsantrasyonları yükseldiği zaman aldosteron salınımı artar.
- Aldosteron Na geri emilimini, K atılımını arttırır.
- Na beraberinde suyunda geri emilmesine neden olur.
- Aldosteron ve ADH için gerekli olan uyarılar aynı zamanda susuzluk hissi de uyandırarak vücut sıvı dengesinin düzelmesi için gerekli olan besinlerin ve sıvıların alınmasına neden olurlar.

- Hafif egzersizlerde aldosteron salgısında yok denecek kadar az değişme olurken egzersiz şiddeti % 50 VO₂ max. Yaklaştığında renin-anjiotensin ve aldosteron salgıları birbirine paralel olarak artar.

Renin-anjiotensin-aldosteron sisteminin kan basıncı, su ve tuz dengesinin ayarlanmasındaki rolü



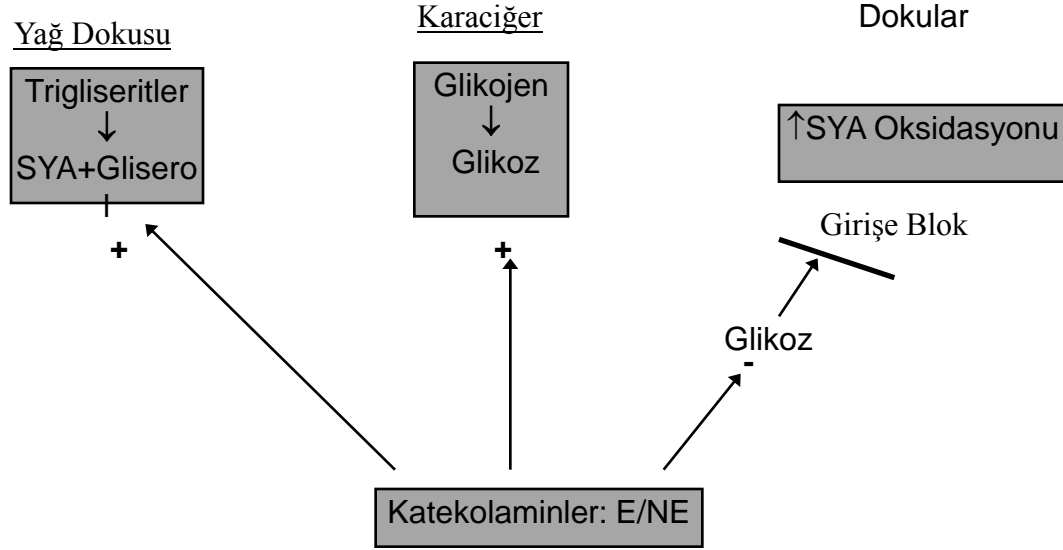
Adrenal kortex; ***Gonadokortikoidler***

- **Gonadokortikoidler cinsiyet organlarını etkilerler, fakat etkileri hafiftir.**
- **Bu hormonlar androjenler ve östrojenlerdir.**

Adrenal Medülla- Katekolaminler

- **Adrenal medülladan epinefrin (adrenalin) ve norepinefrin (noradrenalin) salgılanır.**
- **Medüllanın ana salgısı epinefrindir, az miktarda norepinefrin salgılanır.**
- **Bu iki hormon sempatik sinir sistemini stimüle eder.**
- **Epinefrin ve norepinefrin sempatik sinir sistemine benzer etki yaparlar.**
- **Hormonal etki daha uzun sürer.**
- **Medülla hormonları stres hormonlarıdır.**

Katekolaminlerin Etkileri



Stres durumlarında...

- **Hipofiz bezinden ACTH salgısı uyarılır.**
- **ACTH kas, sindirim, dolaşım ve solunum sistemlerinin strese karşı koyması için adrenal korteks ve medüllayı uyarır.**
 - **Protein yıkılımı uyarılır, açığa çıkan amino asitler enerji kaynağı olarak veya yaralanma durumunda doku tamiri için kullanılır.**
 - **Amino asitler karaciğerde glikoza çevrilir.**
 - **Sempatik sistem etkileri artar.**
- **Uzamış stres durumlarında immün sistem baskılanır ve ciddi hastalıklar ortaya çıkabilir.**

Sempatik uyarılma

Stres

Hipotalamus

CRH ↑

Adrenal medülla E ve NE ↑

Hiofiz bezi (ACTH) ↑

Adrenal kortex
kortizol ↑

Kan glikozu ↑

İskelet kası kan
Akışı ↑

Kalp atım
hızı ↑

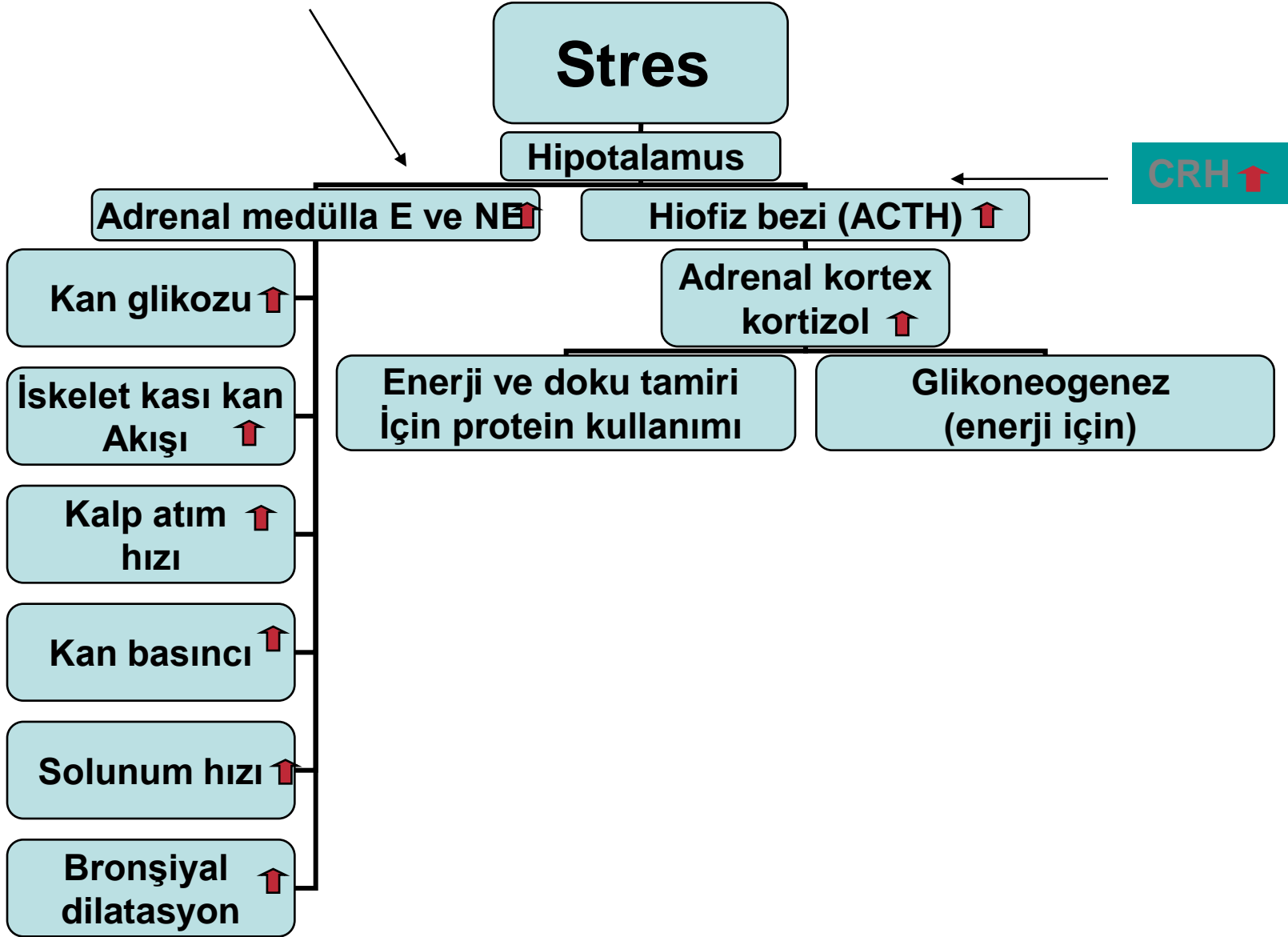
Kan basıncı ↑

Solunum hızı ↑

Bronşiyal
dilatasyon ↑

Enerji ve doku tamiri
İçin protein kullanımı

Glikoneogenez
(enerji için)



Katekolaminler: Epinefrin ve Norepinefrin

- Böbreküstü bezi (BÖB) medüllasından salınan katekolaminler sempatik sinir sistemi aktivitesiyle yakın ilişkili olduklarından egzersizde katekolamin konsantrasyonlarının artması sürpriz değildir.
- BÖB den salgılanan hormonların büyük bir bölümü yaklaşık % 80 i epinefrindir(E) dir.
- E ve NE
 - kardiyovasküler sistem,
 - solunum sistemi,
 - gastrointestinal sistem,
 - karaciğer,
 - salgı bezleri,
 - kas ve
 - yağ dokusu üzerinde belirgin etkilere sahiptir.

Katekolaminler: Epinefrin ve Norepinefrin etkileri-1

- Bu etkileri kısaca sıralayacak olursak:
 - sempatik sistemin uyarılması salgı bezlerinin kan damarlarını daraltarak sekresyon hızını azaltır,
 - ter bezlerinin yoğun ter salgılamasına neden olur,
 - gastrointestinal sistem fonksiyonlarını azaltarak besinlerin kanal boyunca ilerlemesini yavaşlatır,
 - kalbin kasılma gücünü, frekansını ve ileti hızını arttırır,
 - karın içi organların, derinin, salgı bezlerinin arteriyollerinde daralma,
 - iskelet kası, karaciğer arteriyollerinde ve akciğer bronşlarında genişlemeye neden olur.

Katekolaminler: Epinefrin ve Norepinefrin etkileri-2

- Ayrıca E ve NE;
 - karaciğerden glikoz,
 - yağ dokusundan da serbest yağ asidi mobilizasyonunu da artırır.
- E karaciğerden glikoz mobilizasyonunda rol alan ana katekolamin dir.

Egzersizinin etkisi

- Plazma E ve NE egzersizin süresiyle lineer olarak artar.
- Bu artışlar egzersize kardiyovasküler sistemdeki ayarlamaları yapmanın yanında yakıt mobilizasyonundaki ayarlamalara da yardım eder.
- Plazma katekolamin konsantrasyonlarındaki artışlar egzersiz süre ve şiddetiyle yakından ilişkilidir, süre ve şiddet arttıkça salgıda artar.

Düzenli egzersizin etkisi-1

- Uzun süreli düzenli egzersiz çalışması belirli bir iş yüküne verilen katekolamin cevabını lineer bir şekilde azaltır.
- Egzersiz çalışması maksimal bir egzersize plazma katekolamin cevabının antrene bireylerde sedanterlerden daha yüksek olmasına neden olur.

Düzenli egzersizin etkisi-2

- Katekolamin salgılama kapasitesinin düzenli egzersiz ile artması kardiyovasküler ve metabolik sistem fonksiyonlarını artırarak egzersiz performansının artışına yardım eder.
- Diğer yandan düzenli egzersiz eğitimi ile aynı iş yüküne verilen katekolamin cevabının azalması dinlenin halinde ve normal günlük yaşam aktivitelerinde kardiyovasküler ve metabolik sistemlere binen stresi ve beraberinde de genel stresi azaltarak olumlu etkiler sergiler.

Endokrin Bezler

- Hipofiz bezi-Hipotalamus
- Tiroid bezi
- Paratiroid bezi
- Böbrek üstü bezleri
- **Pankreas**
- Gonadlar-cinsiyet bezleri
- Diğerleri
 - Böbrekler
 - Pineal bez
 - Timus bezi
 - Kalp
 - Sindirim kanalı

Pankreas

- Pankreas sindirimkanalına enzim salgılayan **egzokrin bir bez** ve kana hormon salgılayan **endokrin bir organ** olarak işlev görür.
- Hormonlar pankreasın endokrin bölümündeki pankreatik adacıklarda senteslenir, depolanır ve salgılanır.

Pankreas hormonları

- **Pankreatik adacıklardan;**
 - 1. Glukogon (alfa hücreleri)**
 - 2. İnsülin (beta hücreleri)**
 - 3. Somatostatin (delta hücreleri)**
 - 4. Pankreatik polipeptid(F hücreleri) sentezlenir.**

Pankreas hormonları;

Glukagon

- **Glikojenin glikoza çevrilmesini (glikojenoliz) uyararak kan glikozunu yükseltir.**
- **Yağ dokusundan yağ asidi ve gliserol salınımını uyararak enerji için yağ kullanımını teşvik eder.**
- **Bu nedenlerle glukagon hiperglisemik bir hormondur.**

Pankreas hormonları;

İnsülin

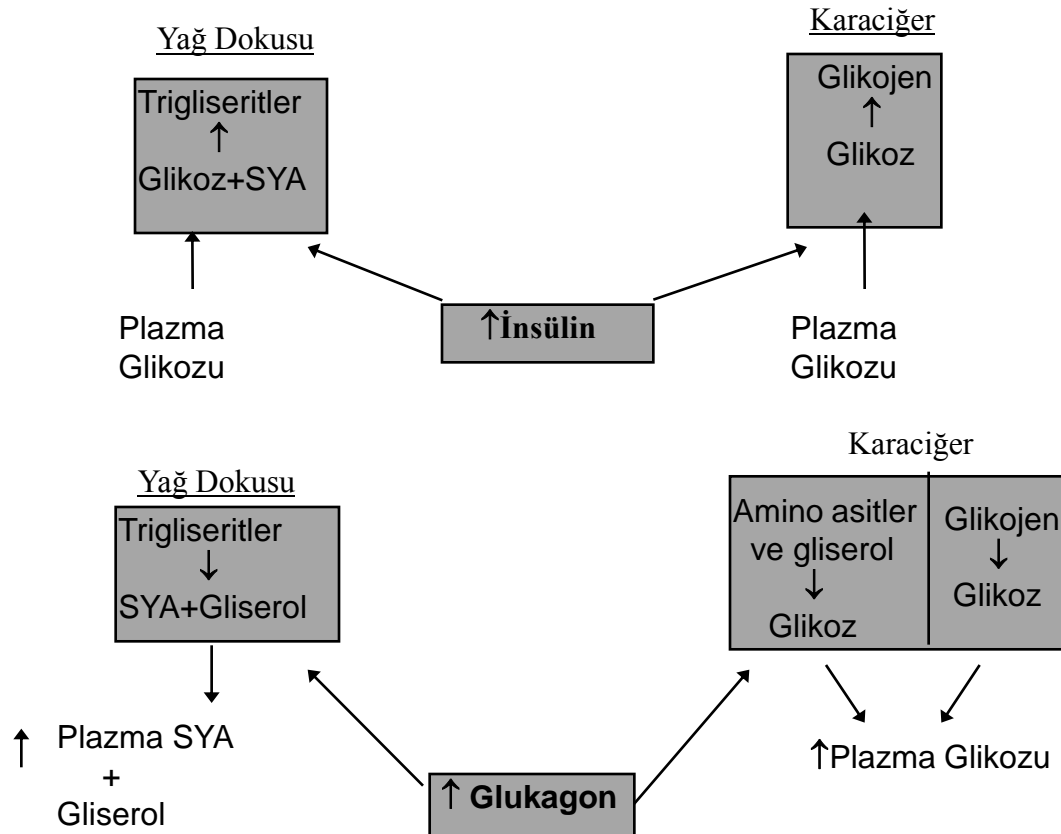
- **İnsülin glukagonun tersi etkilere sahiptir.**
- **Dokulara glikoz girişini artırarak kan glikoz düzeylerini düşürür.**
- **Glikozun glikojene çevrilmesini (glikogenez) uyararak depo edilmesini sağlar.**

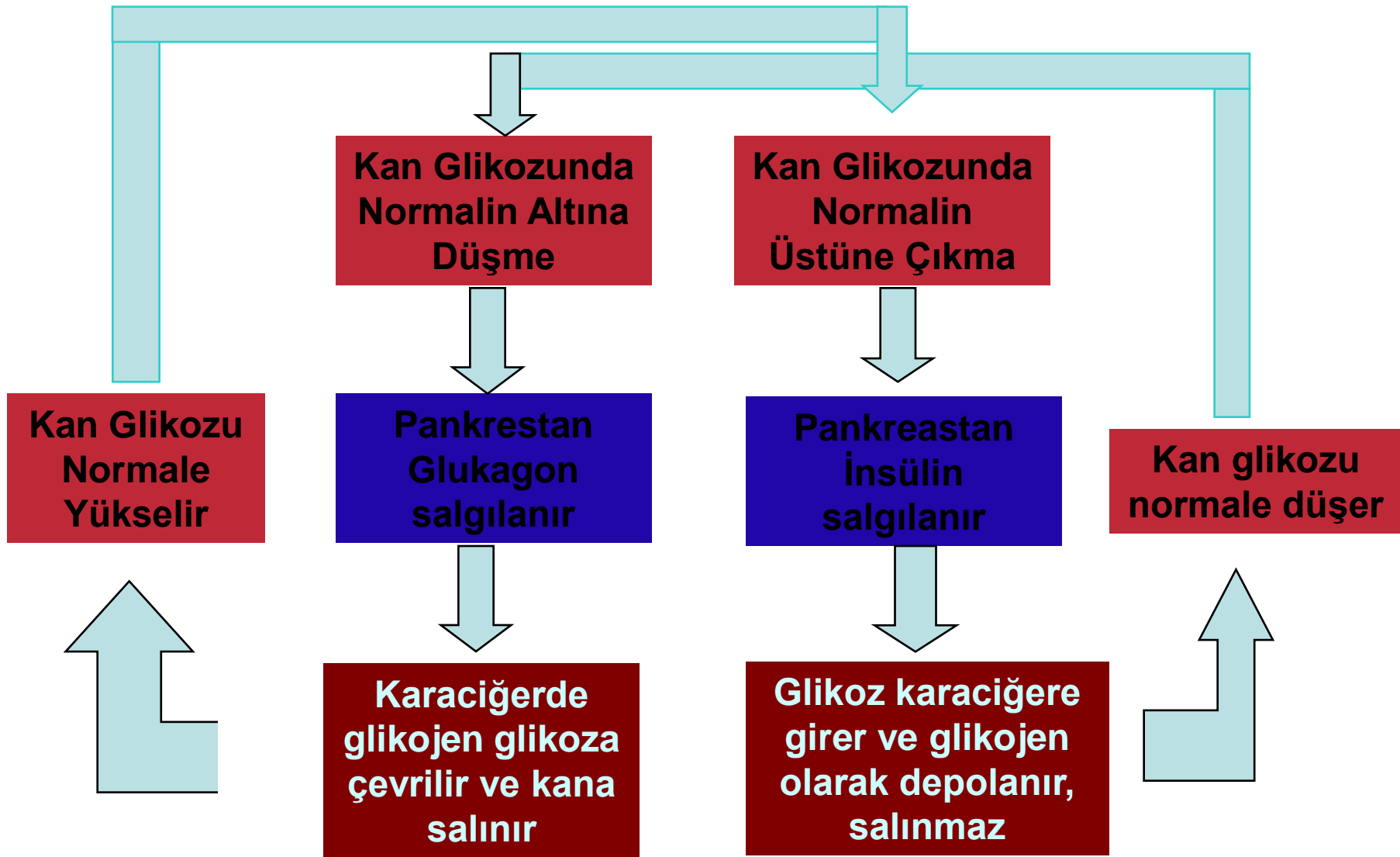
İnsülin Ve Glukagon

İnsülin

- Pankreastan insülin sekresyonu
 - plazma glikoz konsantrasyonu,
 - plazma amino asit konsantrasyonu,
 - sempatik ve parasempatik sinir stimülasyonu ve
 - çeşitli hormonlar tarafından kontrol edilmektedir.
- Kan glikoz konsantrasyonlarındaki değişiklik ana uyarı kaynağıdır.

İnsülin ve Glukagonun Etkileri





Diabetes Mellitus

- **Pankreas beta hücrelerince yeterli miktarda insülin üretilemediği zaman diabetes mellitus adı verilen hastalık ortaya çıkar.**
- **Hiperglisemi:kan glikozunda yükselme**
- **Fazla insülin hipoglisemiye yol açar.**
- **İnsülin ve glukagonun her ikisi de kan glikozu tarafından kontrol edilir.**

Diabetes mellitus

- İnsülin eksikliğinde dokular glikozu kandan alamayacakları için, kan glikoz düzeyleri yükselir.
- Buna diabetes mellitus denir.

İnsülin Ve Glukagon

Glukagon

- İnsülinin tersine glukagon;
 - karaciğerden glikoz mobilizasyonunu,
 - yağ asitlerinden yağ asidi mobilizasyonunu artırarak
 - kan glikoz konsantrasyonlarını yükseltici etkiler sergiler.

İnsülin Ve Glukagon

- Glikoz ve serbest yağ asitlerinin her ikisi de enerji için gerekli olduklarından egzersiz anında egzersizin şiddeti ile orantılı olarak;
 - glukagon konsantrasyonları artarken,
 - insülin konsantrasyonları düşer.
- Çünkü egzersiz anında en önemli olaylardan birisi kan glikoz konsantrasyonlarınınin sabit tutulmasıdır.
- Egzersiz anında düşen insülin ve artan glukagon konsantrasyonları kan glikozununin sabit tutulmasına katkıda bulunurlar.
- Egzersiz anında düşük insülin konsantrasyonları karaciğerden glikoz, yağ dokusundan da yağ asidi salınımını artırır.

Düzenli egzersizin etkileri...

- Diğer yandan düzenli uzun süreli egzersiz programları sonrası, aynı iş yüküne verilen insülin cevabı, yani egzersiz anında insülinin düşmesi azalmaktadır.
- Uzun süreli düzenli egzersiz insülin reseptörlerinin duyarlılığını artırarak, yani aynı etki için daha az insülin kullanılmasına yol açarak bu etkisini gerçekleştirmektedir.

Endokrin Bezler

- Hipofiz bezi-Hipotalamus
- Tiroid bezi
- Paratiroid bezi
- Böbrek üstü bezleri
- Pankreas
- **Gonadlar-cinsiyet bezleri**
- Diğerleri
 - Böbrekler
 - Pineal bez
 - Timus bezi
 - Kalp
 - Sindirim kanalı

Gonadlar: Cinsiyet bezleri

- **Gonadlar kadında overler erkekte ise testislerdir.**
- **Gonadlar üreme fonksiyonlarını kontrol eden hormonlar salgırlar.**
- **Erkeklerde ana cinsiyet hormonu testesteron, kadınlarda ise östrojen, progesteron ve relaxindir.**

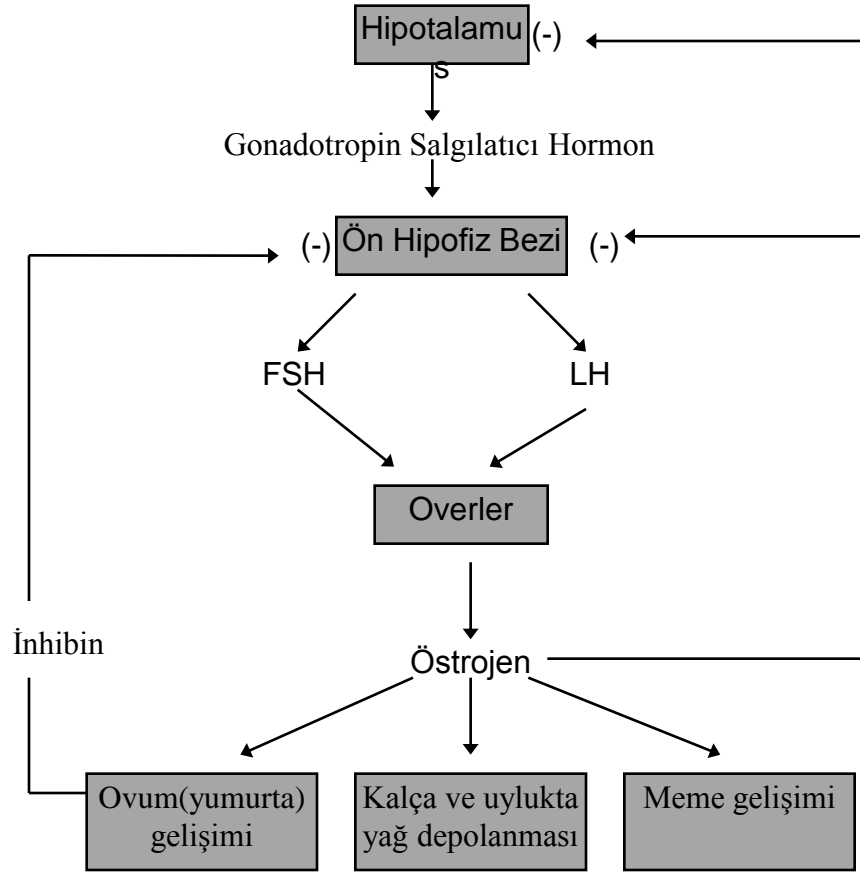
Testesteron

- Testislerin interstitiel hücrelerinden salgılanır.
- FSH ve LH ile birlikte spermatogenezi (sperm üretimi) uyarır.
- Erkek cinsiyet organlarının gelişimi ve devamlılığı için gereklidir.
- İkincil cinsiyet özelliklerinin gelişimini uyarır;
 - Yüzde ve pubik bölgede kıllanma
 - Larinkste genişleme
 - Sesin kalınlaşması
 - Kaslılığın artması

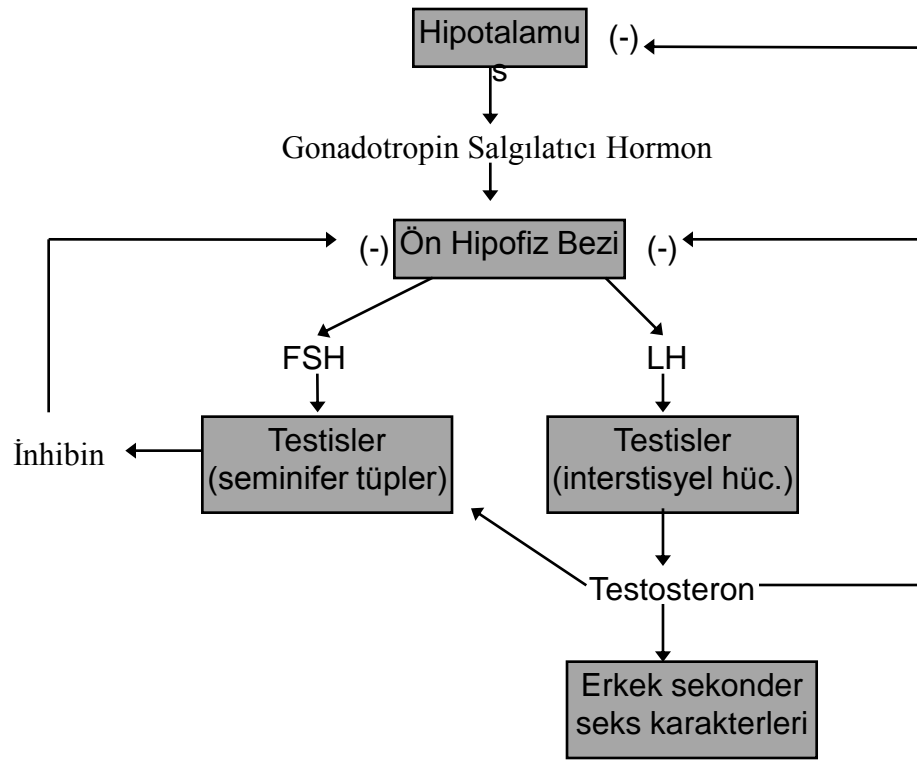
Östrojenler

- **Overlerden salgınlırlar,**
- **Kadınlarda menstruel siklus, meme bezlerinin gelişimi ve ikincil cinsiyet özelliklerinin düzenlenmesine katkıda bulunur.**

Östrojenin etkileri ve salgılanmasının kontrolü



Testosteron salgılanmasının kontrolü ve etkileri



- Plazma testosteron düzeyleri genç ve yaşlı erkeklerde akut bir egzersiz sonrası artar.
- Ayrıca antrene bireyler maksimal bir egzersize daha fazla androjen cevabı gösterirler.
- Egzersize testosteron cevabı çalışma süresi ve toplam yapılan işten ziyade çalışma yoğunluğu ile ilişkilidir.
- Erkeklerle nazaran çok daha az olmasına karşın kadınlarda da plazma testosteron düzeyleri egzersizle artar.

- Kronik egzersiz çalışması seks hormonlarının salgılanma düzenlerini etkileyerek bayan sporcularda siklus bozukluklarına yol açabilir.
- Örneğin endurans atletlerinin % 29 unda primer amenoreye (siklusların başlamasının 16 yaşına kadar gecikmesi) veya segonder amenoreye (menstruel siklusların yok olması) yol açtığı gösterilmiştir.
- Özellikle segonder amenore düşük östrojen düzeylerine yol açmaktadır.
- Düşük östrojen de kemik mineral yapısını olumsuz etkileyerek özellikle yaşlarda osteoporozaya yol açmaktadır.

Progesteron

- **Progesteronda meme bezlerinin gelişimini ve menstruel siklusu düzenler, ayrıca gebelikte plasenta oluşumuna katkıda bulunur.**

Endokrin bezler ve hormonları

HİPOFİZ BEZİ

Ön Hipofiz(Adenohipofiz)

- 1-Büyüme hormonu(BH), growth hormon(GH)
- 2-Adrenokortikotropik hormon(ACTH)
- 3-Tiroid stimüle edici hormon(TSH)
- 4-Folikül stimüle edici hormon(FSH)
- 5-Luteinleştirici hormon(LH)
- 6-Prolaktin
- 7-Melanosit stimüle edici hormon (MSH)

Arka Hipofiz(Nörohipofiz)

- 1-Antidiüretik hormon(ADH)
- 2-Oksitosin

TİROİD BEZİ

- 1-Triiodotyronine(T3), Tyroxine(T4)
- 2-Kalsitonin

PARATİROİD

- 1-Kalsitonin

BÖBREKÜSTÜ BEZİ(BÜB),

Korteks

- 1-Kortizol
- 2-Aldosteron

Medülla

- 1-Epinefrin(E),(adrenalin)
- 2-Norepinefrin(NE),(Noradrenalin)

PANKREAS

- 1-İnsülin
- 2-Glukagon

OVERLER(YUMURTALIKLAR)

- 1-Östrojen
- 2-Progesteron

TESTİSLER

- 1-Testosteron

Dayanıklılık egzersizlerine hormon cevabı; Hipotalamus-hipofiz hormonları

- Büyüme hormonu;
 - Dinlenim düzeylerinde değişme yok
 - Egzersizde daha az artış
- TSH
 - Çalışmanın herhangi bir etkisi bilinmiyor
- ACTH
 - Egzersizde artış
- Prolaktin
 - Dinlenim değerlerinde düşme
- FSH, LH
 - Bayanlarda azalma
- Testosteron
 - Azalma
 - Uzun süreli ağırlık çalışması yapanlarda artış olabilir

Dayanıklılık egzersizlerine hormon cevabı; Arka hipofiz hormonları

- ADH
 - Belli bir iş yükünde hafifçe azalma
- Oksitosin
 - Herhangi bir araştırma sonucu yok

Dayanıklılık egzersizlerine hormon cevabı; Tiroid hormonları

- T4
 - Dinlenimde total T3 düzeyinde azalma
serbest T4 düzeyinde artma
- T3
 - Egzersizde T3 ve T4 turnoverinde artma

Dayanıklılık egzersizlerine hormon cevabı; Adrenal hormonları

- Aldosteron
 - Anlamlı bir değişme yok
- Kortizol
 - Egzersizde hafifçe artma
- Epinefrin ve nor epinefrin
 - Dinlenimde aynı çalışma sonrasında aynı iş yüklerindeki salgılamada azalma

Dayanıklılık egzersizlerine hormon cevabı; Pankreas hormonları

- İnsülin
 - İnsüline duyarlılıkta artma
 - Egzersiz esnasında insülindeki düşmenin egzersiz çalışması ile büyük ölçüde azalması
- Glukagon
 - Mutlak ve rölatif iş yüklerinde egzersiz anında daha az artma

Ağırlık çalışması ve endokrin fonksiyonlar-1

- Testosteron ve BH ağırlık çalışmasındaki değişimleri etkileyen birincil 2 hormondur.
- Testosteron BH salınımını artırır ve kas gücü üretimini artırmak için sinir sistemi fonksiyonları ile etkileşime girer.
- Bu etkisi testosteronun tek başına oluşturduğu anabolik etkiden daha önemli olabilir.
- Tek peryotluk ağırlık çalışması genellikle serum testosteronunda geçici bir artış kortizolde ise azalmaya yol açar. Bu cevap erkeklerde kadınlardan daha büyüktür.

Ağırlık alışması ve endokrin fonksiyonlar-2

- Yüksek güç ve kuvvet çalışmalarının uygulandığı egzersiz protokollerinde adrenal medlladan katekolamin salınımında artar.
- Erkeklerde ağırlık çalışmasının testosteron ve BH sekresyonunun sıklığını ve amplitüdünü artırdığına inanılmaktadır ki bu kasın büyümesi (hipertrofisi) için uygun hormonal ortam sağlar.
- Bayanlarda testosteron ve BH düzeylerinde çalışma ile değişiklik olduğunu göstermeye yönelik çoğu çalışma bu konuda yetersiz olmuştur.
- Erkeklerde uzun süreli ağırlık çalışması dinlenin testosteron düzeylerini artırır

Endojen Opioid peptidler

- Beyin tarafından üretilen ağrı giderici morfin benzeri maddeler
 - Methionin
 - Leucin enkephalin
 - Beta lipotropin
 - Beta endorfin
 - Dynorphin
- Endojen opioidler LH ve FSH başta olmak üzere ön hipofiz salgılarını güçlü bir şekilde inhibe ederler
 - Bu inhibisyon bayanlarda siklus bozukluklarına yol açabilir
- BH ve prolaktin salınımını uyarırlar.

Endojen Opioid peptidler ve egzersiz

- Opioidler ACTH, katekolaminler ve kortizol salgılarını da düzenlerler.
- Serum endojen opioidleri (primer olarak beta endorfinler veya beta lipoproteinler) genellikle egzersize cevap olarak artar (bayanlarda ve erkelerde benzer bir şekilde)
 - Artış bireyden bireye ve egzersiz şiddetine göre değişir (egz. şiddet arttıkça artış azalır)
 - Beta endorfin artışı dinlenimin 5 katı olabilir
 - Ağır egzersizler ile beta endorfin salınımı egzersiz protoklüne göre değişir
 - Uzun süreli (daha hafif yükler) ve setler arası uzun dinlenme araları olan egzersizlerde daha belirgin artış