

# BESLENME DURUMUNUN DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILAN BİYOKİMYASAL PARAMETRELER

---

Dr. Diyetisyen AYGÜN KUYUMCU



# BİYOKİMYASAL TESTLERİN KULLANILMA AMAÇLARI

- ❁ Akut dönemde malnütrisyonun saptanması
- ❁ Spesifik klinik bulgular vermeyen potasyum yetersizliği gibi besin ögesi yetersizliklerinin saptanması
- ❁ Skorbüt, beriberi, raşitizm gibi klinik bulguların doğrulanması
- ❁ Herhangi bir yöntemle beslenme desteği uygulanan hastaların beslenme durumlarının izlenmesi
- ❁ Demir, folat, B<sub>12</sub> yetersizliğine bağlı gelişen hematolojik tanıların konması



# BİYOKİMYASAL TESTLERİN KULLANILMA AMAÇLARI

- ❁ Bulguları henüz kliniğe yansımamış besin ögesi yetersizliklerinin saptanması, demir, iyot vb.
- ❁ Besin tüketim kaydı verilerinin doğruluğunun denetlenmesi,  
protein tüketim düzeyi → 24 saatlik idrar azot analizi  
sebze meyve tüketimi → karotenoid düzeyleri
- ❁ Hastaya verilen beslenme eğitiminin başarılı olup olmadığının değerlendirilmesi, plazma kolesterol, idrarda sodyum vb.
- ❁ Yüksek doz supleman kullanımının sonuçlarının değerlendirilmesi  
(A vitamini)

# BESİN ÖĞESİ YETERSİZLİĞİNİN OLUŞUM AŞAMALARI



Besin öğesinin atılımı azalır. Örneğin idrarla atılımı azalır ama vücuttaki havuz değişmez.



Vücuttaki havuz azalır fakat işlevleri değişmez.



İşlevler bozulur ve biyokimyasal belirtiler ortaya çıkar. Örneğin enzim aktiviteleri azalır.



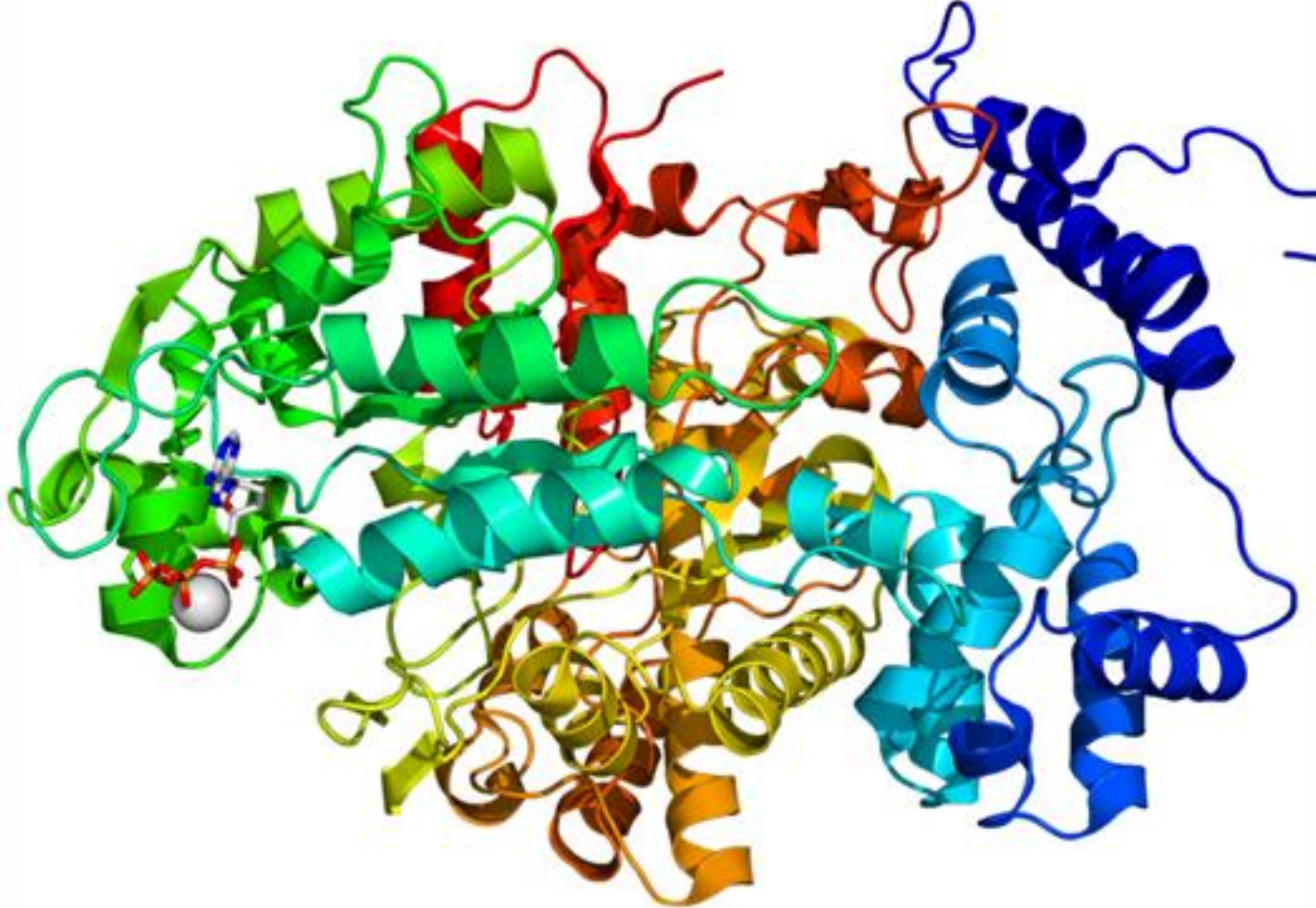
Morfolojik değişiklikler ve yetersizlik hastalıklarının klinik belirtileri görülür.



# **BİYOKİMYASAL TESTLER İÇİN KULLANILAN BİYOLOJİK MATERYALLER**

- **Kan**
- **Eritrositler**
- **Lökositler**
- **Anne sütü**
- **Tükürük**
- **Ter**
- **Karaciğer, kemik ve adipoz doku örnekleri**
- **Saç**
- **Tırnak**
- **Bukkal mukoza**
- **İdrar**

# PROTEİN DÜZEYLERİNİ GÖSTEREN BİYOKİMYASAL PARAMETRELER



## 24 SAATLİK İDRARDA AZOT

Diyette günlük toplam karbonhidrat ve yağ alım düzeyini değerlendirebileceğimiz, vücut sıvılarında yapılabilecek biyokimyasal bir test yoktur.

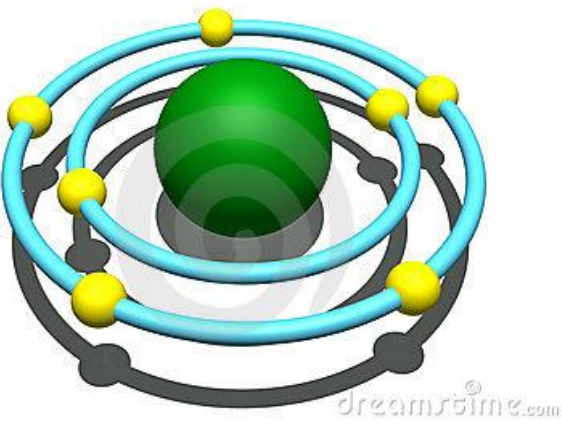
24 saatlik idrarda azot ölçümü;  
kila birlikte,

24 saatlik azot alımı – (24 saatlik idrarla atılan azot +2 g deri ve fekal yolla atılan azot)

Fark toplam protein alımının yeterliliğini değerlendirmek için önemli bir parametredir.

- Yara iyileşmesi ve anabolizma için 3-5 g/gün pozitif azot dengesi gereklidir.

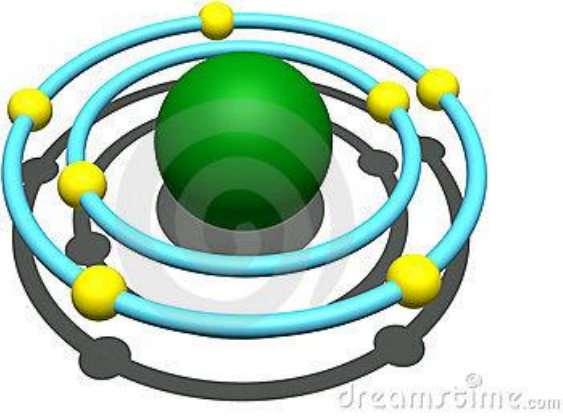




## 24 SAATLİK İDRARDA AZOT ATIMINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

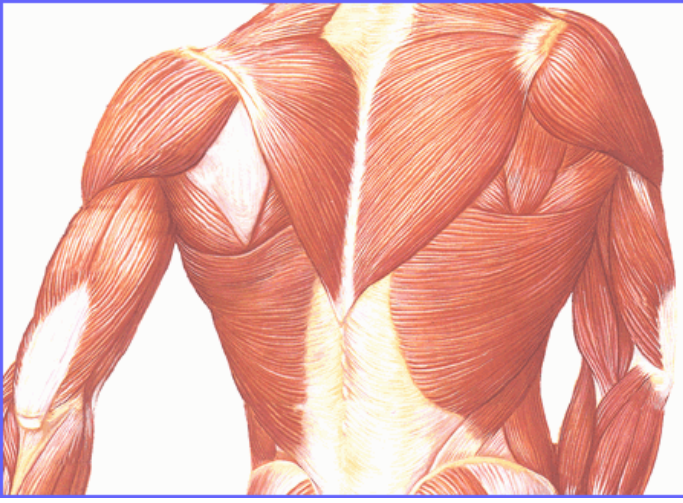
- ❁ **Açlık ve aşırı enerji kısıtlaması; Enerji desteğinin yetersiz olması endojen yıkımın artmasına bağlı olarak idrarla azot atımını artırabilir.**
- ❁ **Yanık; ter, deri yoluyla kayıplar artabilir ve saç ve tırnak dokularının yenilenmesi için ekstra azot kullanılır.**
- ❁ **Malabsorbsiyon sendromu; emilim bozulduğunda gaita ile azot atımı artar. Bu durumda gaita ile atılan azotun da ölçülmesi gerekir.**
- ❁ **Metabolik asidoz ve alkaloz; metabolik asidozda idrarla amonyak atımı artarken alkalozda azalır.**





## 24 SAATLİK İDRARDA AZOT ATIMINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

- ❁ Serbest amino asit içeren formüllerle beslenme; gaita ile azot kaybı günde 0.2 g azalır.
- ❁ Çevresel etkenler; ortam sıcaklığının artması terle azot kaybını artırır.
- ❁ Karaciğer ve böbrek yetmezliklerinde azot dengesi bozular. Kronik böbrek yetmezliğinde kan üre azotundaki artışlar göz önünde bulundurulmalıdır.
- ❁ Katabolik stresin arttığı durumlarda idrarda azot artar.

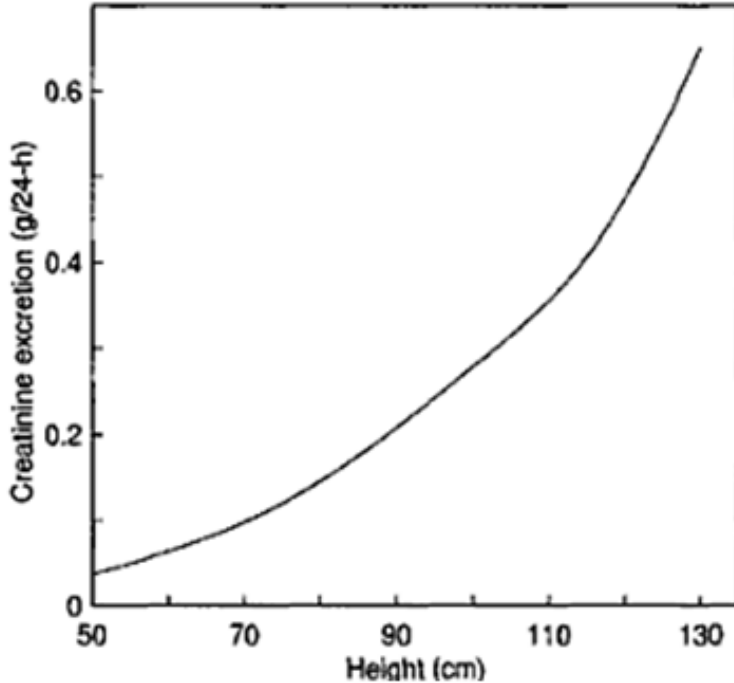


## **PROTEİN ALIMIN DEĞERLENDİRİLMESİ – İSKELET KASLARI**

- ❁ Diyetle yeterli düzeyde protein, elzem aminoasitler ve enerji alınmadığı durumda iskelet kaslarında aminoasit ve protein katabolizması artar.**
- ❁ İskelet kaslarındaki protein kaybı ve metabolik değişiklikleri idrarda kreatinin ve 3-metilhistidin düzeyleri ile takip edilebilir.**

# İDRAR KREATİNİNİN

İdrarda bulunan kreatinin temel olarak kaslarda kreatin fosfat katabolizmasından gelen bir metabolittir. Kaslardaki kreatin miktarının sabit olduğu kabul edilen durumlarda idrardaki kreatinin miktarının boya oranı kas kitesinin değerlendirilmesi için bir indeks olarak kabul edilebilir.



# İDRARDA KREATİNİN ATIMINI ETKİLEYEN ETKENLER

## ARTIRAN ETKENLER

Obezite

Ağır egzersiz

Emosyonel stress

Diyetle kreatin ve kreatinin alımı, total protein alımı önemli düzeyde etkilememekle birlikte, arjinin ve glisin

Mensturasyon

Yaş

Enfeksiyon, ateş ve travma – kreatinin olmayan kromojenler

## AZALTAN ETKENLER

Kronik böbrek yetmezliği – idrar volümü

Tip I diabetes mellitus - idrarda asetoasetat bulunması analiz yönteminde hataya neden olur.

---

# İDRAR 3-METİLHİSTİDİN



**İdrarda 3-metilhistidin analizi;**

**Aminoasidin büyük bir kısmı aktin ve myosin yapısında bulunur. Aktin ve myosin katabolize olduğunda 3-metilhistidin salınır ve yeniden protein sentezi için kullanılmaz idrarla atılır.**

**Bu bilgiler doğrultusunda yetişkin bireylerde 3-metilhistidin konsantrasyonları kas kütlesi için bir göstere olabilir.**

# İDRAR 3-METİLHİSTİDİN DÜZEYİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

- ❁ 24 saatlik idrar toplanmadan önce 3 gün diyetle 3-metilhistidin düzeyini kontrol etmek için et grubu diyetten çıkarılır.
- ❁ İdrarda bulunan 3-metilhistidininin tamamı iskelet kaslarından gelmez bir kısmı da kalp ve düz kas dokusundan gelir.
- ❁ Bu aminoasidin %5 gibi bir kısmı N-asetil formunda atılır bu da analiz edilmez.
- ❁ Yaş ↓
- ❁ Açlık, ateş, travma ve enfeksiyonlar ↑
- ❁ Kronik böbrek yetmezliğinde idrarla 3-metilhistidin atımı ↑



## **PROTEİN ALIMIN DEĞERLENDİRİLMESİ – VİSSERAL PROTEİNLER**

- **Visseral proteinlerin düzeyi bir veya daha fazla serum proteini ile belirlenir.**
- **Visseral proteinlerin çok büyük bir kısmı karaciğerde sentezlenir. Karaciğer diyetteki protein yetersizliklerinden en kısa sürede etkilenen organlardan biridir.**
- **Dolayısıyla serum protein konsantrasyonları diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında erken dönemde günlük protein alımının yeterliliği konusunda daha kısa sürede bilgi verir.**





## TOTAL PROTEİN

- ❁ Kolay analiz edilebilir bir biyokimyasal parametre olmakla birlikte protein düzeyinin belirlenmesinde hassas ve spesifik bir yöntem değildir.
- ❁ Protein alımı yetersiz olduğunda klinik belirtiler ortaya çıkıncaya kadar serum total protein değeri değişmez.
- ❁ Bu nedenle beslenme durumunun değerlendirilmesinde çok seyrek kullanılan bir parametredir



# ALBUMİN

- ❁ Diğer visseral proteinlerle karşılaştırıldığında albumin havuzu oransal olarak fazladır(3-5 g/kg-vücut ağırlığı)
- ❁ %50'den fazlası ekstravasküler ortamda bulunur.
- ❁ Serum albumin düzeyleri intravasküler visseral protein miktarı ile ilgili bilgi verebilir. Toplam visseral protein havuzu için iyi bir gösterge değildir.
- ❁ Hem vücuttaki havuzu fazla olduğu için hem de yarılanma ömrü uzun (18-20 gün) olduğu için protein düzeyinde kısa süreli değişiklikleri değerlendirmede uygun bir yöntem değildir

**35-52 g/L**

# ALBUMİN DÜZEYİNİ ETKİLEYEN ETKENLER

- ❁ İdrar ve gaita ile atımın arttığı durumlarda, ülseratif kolit, Chron's hastalığı ve böbrek hastalıkları ↓
- ❁ Protein sentezinin azaldığı durumlar; karaciğer hastalıkları ve hipotroidizm ↓
- ❁ Kan volümünün arttığı durumlar: konjesif kalp yetmezliği ve gebelik ↓
- ❁ Travmatik hasarda intravasküler ortamdan ekstarvasküler sıvılara geçici bir albumin transferi olur. Böyle durumlarda yapılan parenteral albumin uygulaması beslenme kaynaklı yetersizlikleri maskeler



## ALBUMİN DÜZEYİNİ ETKİLEYEN ETKENLER

- ❁ Kısa süreli açlıkta ekstarvasküler ortamdan damar içine albumin transferi olduğundan ve dehidratasyon durumunda plazma volümü azaldığından geçici bir hiperalbuminemi yaşanabilir.
- ❁ Geriatrik hastalarda protein sentez hızı yavaşladığından protein alımındaki artışlara yanıt daha yavaş olur.
- ❁ Kuvaşiorlarda serum albumin düzeyleri düşerken, marasmusta etkilenmez.



## TRANSFERİN

Temel olarak karaciğerde sentezlenen  $\beta$ -globulindir. Büyük oranda intravasküler ortamda bulunur.

- ❁ Organizmada temel işlevi demiri taşımasıdır. Her bir transferrin molekülü iki molekül demir bağlar. Yeterli ve dengeli beslenen organizmalarda transferinin %30-40'ı demirin taşınması için kullanılır.
- ❁ Bakteriostatik etkisi vardır; demiri bağladığı için çoğalmak için demir kullanan gram negatif bakterilerin artışını engeller.
- ❁ Albuminle karşılaştırıldığında yarılanma ömrü daha kısa (8-9 gün) ve vücuttaki havuzu daha az (0.1 g/kg vücut ağırlığı) olduğundan protein düzeyindeki değişiklikler için daha kısa sürede yanıt veren bir parametredir.

**2.0-3.6 g/L**

# TRANSFERİN DÜZEYİNİ ETKİLEYEN ETKENLER

## ARTIRAN ETKENLER

Demir yetersizliğinde artan emilime bağlı olarak transport için konsantrasyonları artabilir. (gebelik, östrojen tedavisi ve akut hepatit)

## AZALTAN ETKENLER

Karaciğer ve gastrointestinal sistem hastalıkları

Böbrek hastalıkları

Konjesif kalp yetmezliği

Neoplastik hastalıklar

İnflamasyon

Demir emiliminin azaldığı durumlar

Yüksek doz antibiyotik ve fungusid

tetrasiklin

**Demir yetersizliği anemisi ve kronik protein-enerji malnütrisyonu saptanırsa serum transferrin düzeyi protein düzeyini belirlemek için uygun bir parametre değildir.**

# RETİNOL BAĞLAYICI PROTEİN - RBP



- ❁ Retinol bağlayıcı protein üzerine 1 molekül retinol bağlayabilen taşıyıcı proteindir. RBP+ retinol kompleksi dolaşımdaki proteinlerin en küçüğüdür. Bu kompleks normal fizyolojik koşullarda transtiretine bağlı olarak bulunur. Böylece böbrek glomerüllerinden filtrasyon ile kaybı engellenmiş olur.
- ❁ Retinol bağlayıcı proteinin yarılanma ömrü yaklaşık 12 saattir ve vücuttaki toplam havuz oldukça azdır(0.0002g/kg vücut ağırlığı).
- ❁ Beslenme tedavisine en hızlı yanıt veren plazma proteini.



# RBP DÜZEYİNİ ETKİLEYEN ETKENLER

## ARTIRAN ETKENLER

A vitamini ve çinko suplementasyonu RBP konsantrasyonunu artırır.

Oral kontraseptif kullanımı serum RBP konsantrasyonlarını yükseltebilir.

Kronik böbrek yetmezliğinde böbrek dokusunda RBP katabolizması azalır ve serum RBP düzeyi artarabilir

## AZALTAN ETKENLER

Hepatit ve siroz gibi karaciğer hastalıklarında

Akut katabolik süreçler

Kistik fibrozis

Cerrahi sonrası

Hipertroidizm

A vitamini ve çinko yetersizliğinde taşınacak molekül konsantrasyonunun azalmasına bağlı olarak karaciğerden RBP mobilizasyonu azalır.

Kronik böbrek yetmezliğinde RBP beslenme durumunun değerlendirilmesi için uygun bir yöntem değildir.



## PREALBUMİN-TRANSTİRETİN

- ❁ Prealbumin tiroksin ve RBP'i bağlayarak taşır. RBP ile karşılaştırıldığında yarılanma ömrü daha uzundur (2 gün) ve vücuttaki havuz daha fazladır (0.0010 g/kg vücut ağırlığı)
- ❁ Prealbumin yapısında yüksek oranda triptofan ve esansiyel aminoasitler bulunur. Bu nedenle vücuttaki esansiyel aminoasit miktarının değerlendirilmesi için bir göstergedir.
- ❁ Hastaların beslenme durumunun değerlendirilmesinde kullanılan bir yöntemdir.

0.2-0.4 g/L

# PREALBUMİN DÜZEYİNİ ETKİLEYEN ETKENLER

## ARTIRAN ETKENLER

Böbrek yetmezliği – yeterlilik değerlendirilemez, fark değerlendirilebilir.

Antiinflatuar ajanlar, oral kontraseptifler ve östrojen

## AZALTAN ETKENLER

Gastrointestinal hastalıklar

Cerrahi travma ve stress

İnflamasyon ve enfeksiyon

Karaciğer hastalıklarının ileri dönemleri

**Çinko, A vitamini ve demir yetersizliğinden etkilenmez.**



# İNSÜLİN BENZERİ BÜYÜME FAKTÖRÜ I

- ❁ Karaciğerde sentezlenen büyüme hormonu bağımlı bir büyüme faktörüdür. Somatomedin C olarak da adlandırılır.
- ❁ Yarılanma ömrü 12- 15 saattir. Beslenme tedavisinin sonuçlarının değerlendirilmesinde diğer serum proteinlerine göre daha hassas ve kısa sürede yanıt vermektedir.
- ❁ Diğer serum proteinlerinde olduğu gibi karaciğer hastalıkları, böbrek yetmezliği, bazı otoimmün hastalıklar ve hipotroidizmde serum düzeyleri değişkendir.
- ❁ Stress, egzersiz ve uyku ile değişmez.
- ❁ Östrojen uygulaması konsantrasyonu değiştirir.

# PLAZMA ALKALİN RİBONÜKLEAZ AKTİVİTESİ



- ❁ Protein malnütrisyonunda plazma alkalın ribonükleaz aktivitesi düşmektedir. Tedavi sonrası 2-4 haftada değerler normale dönmektedir.
- ❁ Bu yöntemin özellikle malnütrisyonlu hastaların beslenme tedavisine yanıtlarının değerlendirildiği durumlarda kullanılabileceği ön görülmektedir



# PLAZMA FİBRONEKTİN

- ❁ **Fibronektin bir glikoproteindir. Organizmada karaciğer dışında endotel hücreler, peritoneal makrofajlar ve fibroblastlarda üretilir.**
- ❁ **Vücutta birçok fizyolojik işlevi vardır. Yarılanma ömrü 15 saattir.**
- ❁ **Protein malnütrisyonunda azalan konsantrasyonları tedavi ile normal düzeylere çıkar.**
- ❁ **Enfeksiyon, travma ve yanıklarda düzeyleri değişir.**



# A VİTAMİNİ

- ❁ Karaciğerde retinil ester formunda depolanır
- ❁ Serumda A vitamini en yüksek oranda RBP ile retinol 1:1 oranında kompleks oluşturarak bulunur. Geri kalan kısım retinil esterleri ve çok az miktarda retinoik asit formunda bulunur. Serum retinol düzeyi  $0.7 \mu\text{mol/L}$
- ❁ Serum retinol düzeyleri, karaciğerdeki depolar tükendiğinde ( $0.07\mu\text{mol/g}$  karaciğer ağırlığı) veya arttığında ( $1.05\mu\text{mol/g}$  karaciğer ağırlığı) yeterlilik için bir gösterge olur.
- ❁ Karaciğerde A vitamini deposu normal sınırlar arasında ise serum retinol düzeyleri homeostatik olarak kontrol edilir.



# A VİTAMİNİ DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN PARAMETRELER

- ❁ Serum retinol düzeyi  $< 0.7 \mu\text{mol/L}$  epidemiyolojik olarak A vitamini yetersizliğinin göstergesidir.
- ❁ Serum RBP, düşük serum retinol düzeyleri ile korelasyon gösterir. Ağır yetersizlik  $\leq 0.48 \mu\text{mol/L}$ , orta düzeyde yetersizlik  $\leq 0.70 \mu\text{mol/L}$
- ❁ RBP/ prealbumin oranı – akut faz yanıt dışında  $\leq 0.36$   
Oran konusunda daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç vardır. Prealbumin düzeyleri retinol konsantrasyonlarından etkilenmez ve serumda RBP retinol kompleksi prealbumine bağlıdır.
- ❁ Serum retinil ester konsantrasyonları açlıkta serumda toplam A vitamininin %5'ini oluşturur. Retinil ester oranının %10'un üzerinde olması A hipervitaminozunu gösterir.

# A VİTAMİNİ DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN PARAMETRELER

- ❁ Serum karotenoid konsantrasyonları: antioksidan özellikleri nedeniyle kanser, kardiyovasküler hastalıklar, maküler dejenerasyon, katarakt gibi hastalık riskleriyle ilişkilendirilmek amacıyla kullanılırlar.
- ❁ Anne sütü konsantrasyonları: maternal dönemde yeterliliği değerlendirmek amacıyla kullanılır. 1.7-2.5  $\mu\text{mol/L}$  normal sınırlardır. Annede yetersizlik varsa konsantrasyonlar 1.4  $\mu\text{mol/L}$ 'nin altındadır.
- ❁ Relatif doz yanıtı: belirli bir doz A vitamini verilerek plazma retinol konsantrasyonlarının değerlendirilmesi – A vitamini depolarını değerlendirmek için kullanılır.

A vitamini düzeylerinin saptanmasında kullanılacak tek bir parametre yoktur. Dünya Sağlık Örgütü yetersizliğin saptanmasında biyokimyasal, ve fonksiyonel testler ile klinik parametrelerin birlikte kullanılmasını önermektedir

# A VİTAMİNİ DÜZEYLERİNİ ETKİLEYEN ETKENLER

## ARTIRAN ETKENLER

Böbrek hastalıkları

Östrojen

Oral kontraseptif

## AZALTAN ETKENLER

Diyette düşük yağ oranı

Çinko yetersizliği – RBP

Protein enerji malnütrisyonu

Karaciğer yetmezliği

Kistik fibrozis


Sistemik enfeksiyonlar, akut faz yanıt

# A VİTAMİNİ DÜZEYLERİ

Yaş(yıl)	Referans Aralık
1-6	20-43 µg/dL
7-12	26-49 µg/dL
13-19	26-72 µg/dL
Erişkinlerde	30-80 µg/dL

30 µg/dL karaciğerde depoların yeterli olduğunu  
100 µg/dL'nin üzerindeki değerler toksisiteyi gösterir

# D VİTAMİNİ

- 
- ❁ Dolaşımda 25(OH) vitamin D – kalsidiol ve 1-25 (OH)<sub>2</sub> vitamin D kalsitriol formlarında bulunur. Yetişkin bireylerde normal düzeyler 20-130 nmol/L'dir.
  - ❁ Günümüzde vücutta D vitamini düzeylerinin belirlenmesinde metabolitlerinin konsantrasyonları kullanılmaktadır.
  - ❁ Koşullar uygun olmadığında nonspesifik yöntemler olmakla birlikte alkalen fosfataz aktivitesi ile serum kalsiyum ve fosfor düzeyleri de fikir verir. İdrarla atılan kalsiyum ve fosfor düzeylerinin klinikte D vitamini değerlendirmesi için kullanımı önerilmez.
  - ❁ 25(OH) vitamin D: yarılanma ömrü uzundur bu nedenle diyetle alınan ve endojen sentezlenen toplam D vitamini için bir göstergedir. Vitamin düzeyinin hem yeterliliği ve yetersizliğini hem de toksisiteyi gösterir.
  - ❁ 25(OH)<sub>2</sub> vitamin D: yarılanma ömrü 4-6 saattir. Kısa süreli fizyolojik ihtiyaçlar için bir göstergedir. Homeostatik kontrol edilir. Bu nedenle D vitamini yetersizliğinde serumdaki konsantrasyonlar geçici olarak artabilir.

# D VİTAMİNİ DÜZEYLERİNİ ETKİLEYEN ETKENLER

## ARTIRAN ETKENLER

Mevsimsel değişiklikler – güneş

Oral kontraseptif kullanımı

## AZALTAN ETKENLER

Günlük yaşamda kapalı çalışma ortamı

Sigara

Obezite

Steatore, malabsorbsiyonlar,  
inflamatuvar barsak hastalıkları, çölyak,  
barsak rezeksiyonları

Antikonvülsan ilaçlar, difenilhidantoin,  
fenobarbital

# D VİTAMİNİ DÜZEYLERİ

D Vitamini Formları	Referans Aralık
1,25-dihidroksi vitamin D	16-65 pg/dL
25-dihidroksi vitamin D	14-60 pg/dL



# E VİTAMİNİ

- ❁ E vitamini serumda %90 oranında  $\alpha$ -tokoferol formunda LDL içinde taşınır. E vitamini düzeylerinin değerlendirilmesinde en yaygın kullanılan yöntem serum  $\alpha$ -tokoferol konsantrasyonlarıdır.
- ❁ Organizmada en yüksek oranda karaciğer ve adipoz dokuda bulunur.



# E VİTAMİNİ DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN PARAMETRELER

- ❁ Serum  $\alpha$ - tokoferol
- ❁ Serum  $\alpha$ - tokoferol / kolesterol oranı:  $\geq 2.2 \mu\text{mol}/\text{mmol}$  E vitamini düzeylerinin yeterli olduğunu gösterir.
- ❁ Eritrosit  $\alpha$ - tokoferol düzeyi – kullanımı sınırlıdır, eritrositler içindeki düzeyi tespit etmek teknik olarak zordur.
- ❁ Platelet  $\alpha$ - tokoferol düzeyi: serum lipid konsantrasyonlarından etkilenmez. Evreni büyük çalışmalar için platelet izolasyonu pratik bir yöntem değildir.
- ❁ Adipoz doku ve bukkal mukoza  $\alpha$ - tokoferol düzeyi: depoları tespit etmek için geçerli bir yöntemdir. Uygulaması kolay olan bukkal mukoza için normal düzeyler belirlenmemiştir.

# E VİTAMİNİ DÜZEYLERİNİ ETKİLEYEN ETKENLER

## ARTIRAN ETKENLER

Total serum lipid düzeyinin yüksek olması

## AZALTAN ETKENLER

Sigara

Prematüre doğum

Yağ emilim bozuklukları

# E VİTAMİNİ DÜZEYLERİ

Yaş(yıl)	Referans Aralık
Prematüre yenidoğan	0.1-0.5 mg/dL
1-12	0.3-0.9 mg/dL
13-19	0.6-1.0 mg/dL
Erişkinlerde	0.5-1.8 mg/dL



## C VİTAMİNİ

- ❁ Askorbik asit, L askorbik asit ve dehidroaskorbik asit moleküllerinin ikisi için de kullanılır.
- ❁ C vitamini düzeylerinin saptanmasında en sıklıkla kullanılan yöntem serum veya lökosit askorbik asit konsantrasyonlarıdır.
- ❁ Askorbik asit seruma taşındıktan sonra hemen hemen tamamı herhangi bir proteine bağlanmaksızın serbest olarak bulunur.
- ❁ Analiz öncesi C vitamini alımı değerleri etkiler, bu nedenle açlık kan örnekleri kullanılmalıdır.

# C VİTAMİNİ

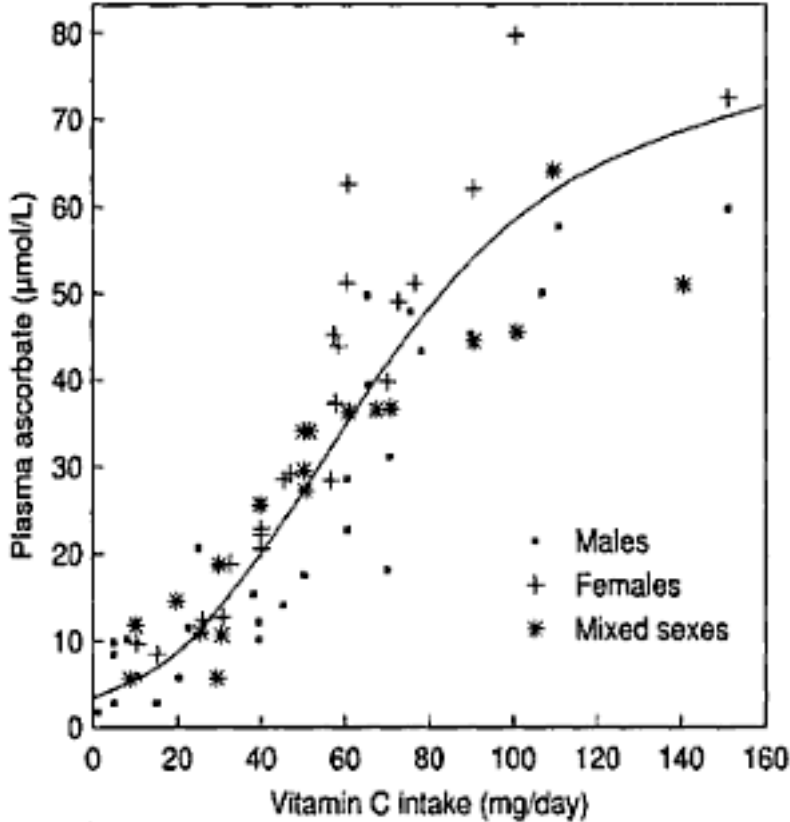


Figure 19.2: The relationship of group mean values of plasma ascorbate and daily vitamin C intake. From Bates et al. (1997), with permission of Oxford University Press.

- ❁ **Günlük C vitamini alımı 70 mg'ın üzerine çıktığında plazma askorbat düzeyleri (75 µmol/L) plato oluşturur. Günlük alım 200 mg'ın üzerine çıktığında idrarla atılmaya başlar.**
- ❁ **Günlük alım 30-80 mg aralığına olduğunda diyetle C vitamini alımı serum veya plazma askorbik asit konsantrasyonları ile güçlü korelasyon gösterir. Serum askorbik asit konsantrasyonları aşırı düzeyde C vitamini tüketimi için bir gösterge olmaz.**

# C VİTAMİNİ DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN PARAMETRELER

- ❁ Serum
- ❁ Lökosit
- ❁ Eritrositler ve tam kan
- ❁ İdrarla askorbik asit ve metabolitleri
  - kısa zamanda diyetle alınan C vitamini miktarını gösterir.
- ❁ Tükrük veya bukkal hücreler
- ❁ İzotop dilüsyonu
- ❁ Kapiller frajilite

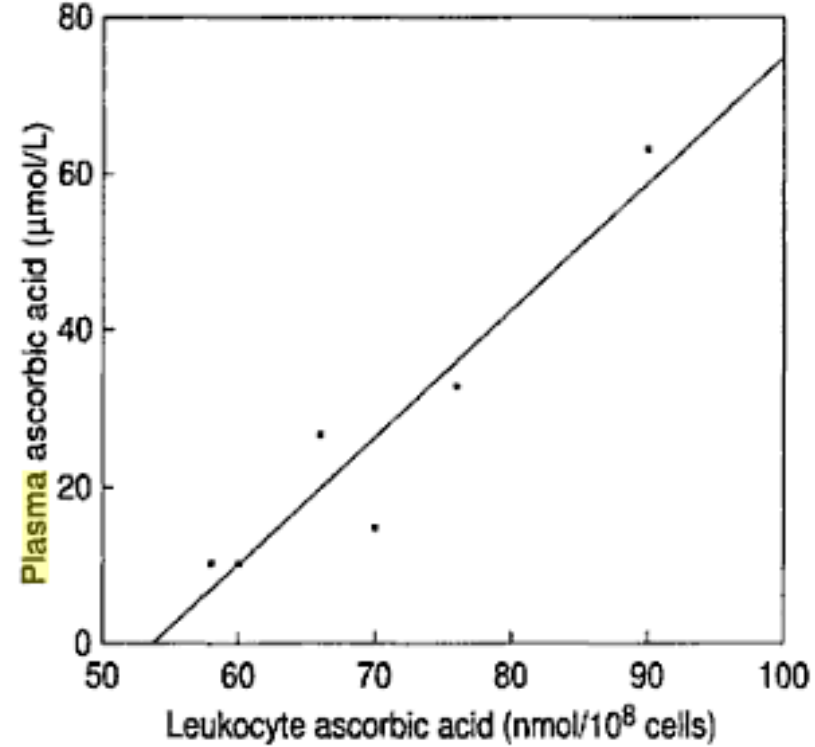


Figure 19.4: The relationship of mean **plasma** and leukocyte ascorbic acid concentrations measured at various stages during a depletion and repletion study of a group of six adult females. Data from Sauberlich et al., *American Journal of Clinical Nutrition* 50: 1039–1049, 1989 © Am J Clin Nutr. American Society for Clinical Nutrition.

# C VİTAMİNİ DÜZEYLERİNİ ETKİLEYEN ETKENLER

## AZALTAN ETKENLER

Sigara

Gebelik

Akut veya kronik enfeksiyonlar

Kronik aspirin kullanımı


Oral kontraseptif kullanımı

# C VİTAMİNİ DÜZEYLERİ

<b>C vitamini(askorbik asit + dehidroaskorbik asit)</b>	<b>Referans Aralık</b>
<b>Normal</b>	<b>0.4-1.5 mg/dL</b>
<b>Riskli</b>	<b>0.2-0.29 mg/dL</b>
<b>Yetersizlik</b>	<b>0.6-1.0 mg/dL</b>



# TİAMİN – B<sub>1</sub> VİTAMİNİ

- 
- ❁ Dokularda toplam tiamin; tiamin monofosfat(↓), tiaminpirofosfat(%80) ve tiamin trifosfat(%5-10) dokularda birbirlerine dönüşebilirler.
  - ❁ Düzeylerini saptamak için en sıklıkla kullanılan biyokimyasal parametre eritrositlerde transketolaz aktivitesidir. TPP enzimin kofaktörüdür.
  - ❁ Eritrosit transketolaz aktivitesi vücutta bulunan toplam tiamin ve ağır tiamin yetersizlikleri için hassas bir göstergedir.

# **TİAMİN DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN PARAMETRELER**

- ❁ Eritrosit transketolaz – en hassas yöntemdir.**
- ❁ İdrarla tiamin atımı**
- ❁ Tam kan ve eritrositlerde toplam tiamin konsantrasyonları**

# **ERİTROSİT TRANSKETOLAZ AKTİVİTESİNİ ETKİLEYEN ETKENLER**

- **Yaş**
- **Cinsiyet**
- **Eritrosit yaşı**
- **Hastalıklar; Diyabet ve karaciğer hastalıkları. Üremik nöropati ve gastrointestinal hastalıklarda enzim aktivitesi azalır**
- **Obezite**

# TİAMİN DÜZEYLERİ

Parametre	Referans Aralık
Tam kan transketolaz aktivitesi	9-12 $\mu\text{mol/mL}$
Eritrosit transketolaz aktivitesi	0.75-1.3 U/g hemoglobin

## RİBOFLAVİN – B<sub>2</sub> VİTAMİNİ

- Vücutta flavin adenin dinükleotid(FAD) ve flavin mononükleotid(FMN) koenzimlerinin yapısında bulunur.
- Riboflavin düzeylerinin biyokimyasal olarak değerlendirilmesinde koenzimi olan enzim aktiviteleri değerlendirilir.

# **RİBOFLAVİN DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN PARAMETRELER**

- **Eritrosit glutatyon redüktaz aktivitesi**
  - Yaş
  - Eritrosit yaşı
  - Genetik defektler – glikoz-6-fosfat dehidrogenaz yetersizliği
  - Pridoksin yetersizliği
  - Demir yetersizliği anemisi, şiddetli üremi ve sirozda eritrosit glutatyon redüktaz aktivitesi ↑
  - Negatif azot dengesi ↓

# **RİBOFLAVİN DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN PARAMETRELER**

- **İdrarda riboflavin atımı**
  - Fiziksel aktivite ve uyku ↓
  - Negatif azot dengesi ve enfeksiyonlar ↑
  - Antibiyotikler ve psikotropik ajanlar - fenotiazin ↑
  - Oral kontraseptifler ↓ ve gebelik – 3. trimester ↑
- **Kanda riboflavin ve FAD konsantrasyonları – günlük alımdan çok az etkilenir**

# RİBOFLAVİN DÜZEYLERİ

Parametre	Referans Aralık
Eritrosit riboflavin	10-50 µg/dL
Serum veya plazma riboflavin	4-24 µg/dL





# NIASİN

- **Vücutta nikotinik asit ve nikotinamid formlarında bulunur.**
- **Vücutta nikotinamid adenin dinükleotit NAD ve nikotinamid adenin dinükleotit fosfat NADP koenzim formlarıdır.**
- **Klinikte niasin düzeylerinin saptanması için kullanılabilecek fonksiyonel biyokimyasal testler yoktur.**

# **NİASİN DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN PARAMETRELER**

- İdrarda atılan niasin metaboliti; N-metilnikotinamid ile 2,4,6-pridon türevlerinin analizi. İdrarda N-metilnikotinamid ve 2-pridon konsantrasyonlarının  $< 8.8 \mu\text{mol}/24$  saat olması günlük niasin alımının 6 NE/gün'den az olduğunu ve yetişkinlerde yetersizlik söz konusu olduğunu gösterir. Ağır niasin yetersizlikleri bu yöntemle belirlenemez.
- Şu anda klinikte uygulanan bir yöntem olmamakla birlikte eritrositlerde NAD:NADP oranının  $<1.0$  olmasının niasin yetersizliği için bir indeks olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

# NİASİN DÜZEYLERİ

Parametre	Referans Aralık
İdrarda N-metilnikotinamid	2.4-6.4 mg/gün



## B<sub>6</sub> VİTAMİNİ

- B<sub>6</sub> vitamini pridoksin aktivitesi gösteren 3-hidroksi-2-metilpiridin türevlerini içerir. Yetişkin bir bireyin bedeninde 20-30 mg'la sınırlı yetersiz alım durumunda hızla tükenen bir havuzu vardır.
- Vücutta en çok kas dokusunda koenzim formu olan pridoksal-5-fosfat bulunur.
- Klinik belirtiler spesifik olmadığı için biyokimyasal olarak tanımlanması gerekir.

# B<sub>6</sub> VİTAMİNİ DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN PARAMETRELER

- Plazma pridoksal-5-fosfat – **doku düzeyini gösterir.**
  - Gebelik ↓
  - Alkol alımı ↓
  - Yüksek plazma alkalin fosfataz aktivitesi ↓
  - Sigara ↓
  - Aerobik egzersiz ↑
  - Enfeksiyonlar ↓
  - Uzun süreli açlık ↑
  - Kalp hastalıkları, meme kanseri Hodgkin's Lenfoma ve diyabet ↓
  - Bronkodilatörler ve antihistaminikler ↓ beta blokerler ve antikoagülanlar ↓

# **B<sub>6</sub> VİTAMİNİ DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN PARAMETRELER**

- **Eritrositlerde alanin aminotransferaz ve aspartat aminotransferaz, hem diyetle günlük alım hem de toplam havuz düzeyini gösterir.**
  - Alkol alımı↓
  - Akut faz yanıt
  - Karaciğer ve kalp hastalıkları
- **İdrarda B<sub>6</sub> vitamininin yıkım ürünü olan pridoksik asit konsantrasyonları, doku düzeylerinden çok diyetle alınan miktar için iyi bir göstergedir.**

**Her üç yöntem kullanılırken diyetin B<sub>6</sub> içeriği ve protein miktarı göz önünde bulundurulmalıdır.**

# B<sub>6</sub> VİTAMİNİ DÜZEYLERİ

Parametre	Referans Aralık
Plazma pridoksal 5-fosfat	5-30 ng/dL



## FOLİK ASİT

- Folat; pteroilmonoglutamik asit ile biyolojik aktivite gösteren folik asit türevlerine verilen genel isimdir.
- Pteroilmonoglutamik asitin indirgenmiş hali olan tetrahidrofolik asit vitaminin aktif formudur.
- Serumda folatın yaklaşık 2/3'ü proteine bağlı olarak bulunur ki bu proteinin yarısı albumindir.
- Serumda poliglutamatlar bulunmaz.
- Serumda bulunan temel folat formu indirgenmiş metiltetrahidrofolattır.
- Serum düzeyleri günlük alımın yeterliliği konusunda bilgi verir doku düzeyleri için iyi bir gösterge değildir.



# FOLAT DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN PARAMETRELER

**Serum veya plazma folat konsantrasyonları,**

- Yaş
- gebelik ↓
- Sigara ↓
- Alkolikler ↓
- Oral kontraseptifler ↓
- Hemoliz ↑
- Aspirin, ibuprofen, asetaminofen (NSAİ), metotreksat, difenilhidantoin, fenolbarbitol, triamteren (antihipertansif) ↓
- Akut böbrek yetmezliği ve karaciğer yetmezliği ↑

# FOLAT DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN PARAMETRELER

Eritrosit folat konsantrasyonları, karaciğer doku düzeyi için iyi bir göstergedir.

- Yaş
- gebelik ↓
- Sigara ↓
- Oral kontraseptifler ↓
- B12 yetersizliği, folatın dokulara geçişini bloke eder serum folat düzeyi yeterli olsa bile eritrositlere giremediği için ↓
- Hemoraji ve hemolitik anemi ↓
- Demir yeterizliği ↑

# FOLAT DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN PARAMETRELER

Serum homosistein; folat, homosisteinin remetilasyonu için metil grubu donörüdür. Framingham Kalp Çalışmasının verileri günlük folat alımı 400 µg olduğunda homosistein düzeyinin düştüğünü göstermektedir. Spesifik bir yöntem değildir. Birçok parametreden etkilenir:

- B<sub>12</sub>, B<sub>6</sub> ve B<sub>2</sub> yetersizlikleri ↑
- yaş
- Cinsiyet E ↑ kadın ↓
- Irk
- Gebelik ↓
- Östrojen içeren preparatlar ↓
- Alkol ↑
- Kafeinli içecekler ↑
- Sigara ↑
- Böbrek yetmezliği ve hipotridizm ↑

# FOLAT DÜZEYLERİ

Parametre	Referans Aralık
Folik asit	3-20 ng/mL



## B<sub>12</sub> VİTAMİNİ

- B<sub>12</sub> vitamini biyolojik aktivite gösteren siyanokobalamin moleküllerinin genel adıdır.
- Plazmada metilkobalamin, karaciğer ve diğer dokularda 5-deoksiadenosilkobalamin formunda bulunur.
- B<sub>12</sub> vitamini serumda transkobalamin I II ve III olarak adlandırılan taşıyıcı proteinlere bağlanır.

# **B<sub>12</sub> VİTAMİNİ DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN PARAMETRELER**

- **Serum B<sub>12</sub> vitamini; düzeyleri hem diyetle alım düzeyi hem de doku düzeyleri için iyi bir göstergedir. <3000 pmol/L**
  - Yaş
  - Cinsiyet E ↓ K ↑
  - Gebelik ↓
  - Folat yetersizliği ↓
  - İnce barsaklarda bakteriyel enfeksiyonlar ↓
  - İntrinsik faktör olmaması veya yetersizliği ↓
  - Genetik faktörler; taşıyıcı protein sentezindeki bozukluklar ↓
  - Çölyak, pankreas yetmezliği ve karaciğer hastalıkları

# **B<sub>12</sub> VİTAMİNİ DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN PARAMETRELER**

- Eritrosit B<sub>12</sub> Vitamini; Klinikte kullanılmaz. Folat düzeyleri düşükse eritrosit B<sub>12</sub> vitamini konsantrasyonları da düşük çıkar
- Serum Holotranskobalamin II; B<sub>12</sub> vitamininin fizyolojik olarak aktif metabolitidir. Analiz yönteminin uygulaması zor olduğu için klinikte kullanılmaz.
- İdrarda metilmalonik asit; yetersizlikte idrarla atımı ↑

**Metilmalonil CoA → süksinil CoA**

**kofaktör B<sub>12</sub> vitamini**

Hassas bir yöntemdir. Makrositik anemi gelişmeden yetersizliği gösterir. Fakat yetersizliği derecesi için bir gösterge değildir.

Serum ve plazma metilmalonik asit konsantrasyonları da B<sub>12</sub> vitamini yetersizliğine özgü ve hassas bir yöntemdir.

# B<sub>12</sub> VİTAMİNİ DÜZEYLERİ

Parametre	Referans Aralık
B <sub>12</sub> Vitamini	200-835 pg/mL





# DEMİR

**Yetişkin bir insan bedeninde 2.5-4 g elemental demir bulunur. Bunun %70'i hemoglobinin, %4'ü myoglobinin yapısında, %25'i depo formundadır. Geri kalan enzimlerin yapısında dır.**

# DEMİR DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN PARAMETRELER

- Hemoglobin; tek başına kullanımı önerilmez
  - Yaş
  - Cinsiyet E ↑ K ↓
  - Gebelik ↓
  - A B6, B12, B2 vitaminleri, folik asit, bakır yetersizliği ↓
  - Parazitik enfeksiyonlar ↓
  - Sigara ↓
  - Kronik enfeksiyonlar, inflamasyon, protein enerji malnütrisyonu ↓

**Hematokrit; zayıf bir göstergedir. Özgün ve hassas bir yöntem değildir.**

# DEMİR DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN PARAMETRELER

	NORMAL	DEMİR YETERSİZLİĞİ	ERİTROPOEZ	ANEMİ
Total demir bağlama kapasitesi( $\mu\text{g}/\text{dL}$ )	330 $\pm$ 30	360	390	410
Serum Ferritin ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )	100 $\pm$ 60	20	10	<10
Demir Emilim Oranı(%)	5-10	10-15	10-20	10-20
Serum Demir( $\mu\text{g}/\text{dL}$ )	115 $\pm$ 50	115	<60	<40
Transferin Doygunluğu(%)	35 $\pm$ 15	30	<15	<15
Serum Transferin Reseptör(mg/L)	Normal	Normal	Yüksek	Yüksek
Serbest Eritrosit Protoporfirin( $\mu\text{g}/\text{dL}$ )	30	30	>70	>70
Eritrosit	Normal	Normal	Normal	Mikrositik hipokromik

# SERUM FERRİTİN DÜZEYİNİ ETKİLEYEN ETKENLER

## ARTIRAN ETKENLER

Akut ve kronik enfeksiyonlar

Eritrosit üretiminin azaldığı durumlar; folat, B<sub>12</sub> vitamini yetersizliği

Akut ve kronik karaciğer hastalıkları

Lösemi ve Hodgkin's lenfoma

Çok yüksek düzeyde alkol tüketimi



# KALSİYUM


- ❁ **Vücutta en yüksek oranda bulunan mineraldir(10-20 g/kg).**
- ❁ **Temel olarak kemiklerin yapısında bulunur. Geri kalan miktar(10 g) yumuşak dokular, kan ve ekstraselüler sıvılardadır.**
- ❁ **İyonize veya noniyonize kalsiyum değerleri kalsiyumun görev aldığı metabolik süreçlerle ilgili veriler sunmakla birlikte, homeostatik olarak kontrol edildikleri için toplam kalsiyum düzeyleri için iyi birer göstere değildirler.**

**8.6-10.3 mg/dL**

# KALSIYUM DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN PARAMETRELER

OSTEOBLASTİK AKTİVİTE SERUMDA	OSTEOBLASTİK AKTİVİTE İDRARDA
<ul style="list-style-type: none"><li>• Total Alkalen Fosfataz</li><li>• Kemiğe Özgü Alkalen Fosfataz</li><li>• Osteokalsin</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hidroksiprolin</li><li>• Pridinolin</li><li>• Deoksi pridolin</li><li>• N-telopeptid</li><li>• C-telopeptid</li></ul>

# FOSFOR

- 
- ❁ Vücutta kalsiyumdan sonra en yüksek oranda bulunan mineraldir(6.5-11 g/kg).
  - ❁ %85'i kemiklerin yapısında bulunur. Geri kalan kısmı hücrenin yapısında ve ekstraselüler sıvılarda bulunur.
  - ❁ Diyetle fosfor alımı azsa(620 mg/gün) serum fosfor düzeyleri tüketim için iyi bir göstergedir.

**2.5-4.5 mg/dL**

# FOSFOR YETERSİZLİĞİNE NEDEN OLAN ETKENLER

## Etkenler

- Kısa barsak sendromu
- Çölyak
- Chron's Hastalığı
- Kısa barsak sendromu
- Böbrek tübüler fonksiyon bozuklukları
- İnsülin
- Raşitizm
- Genetik problemler, primer hipofosfatemî





## MAGNEZYUM


- ✿ Yetişkin bir insan bedeninde yaklaşık 24 g magnezyum bulunur.
- ✿ Bu miktarın %55'i kemiklerin yapısında geri kalanın da yaklaşık yarısı kas dokusunda yarısı da diğer yumuşak dokularda bulunur.
- ✿ Magnezyumun vücutta yarılanma süresi 41- 181 gün arasında değişir. Bu nedenle yetersizlik oluşma süresi çok değişkendir.
- ✿ Düzeylerin değerlendirilmesinde kullanılabilircek fonksiyonel bir test bulunmamaktadır.

1.7-2.4 mg/dL

# MAGNEZYUM DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN PARAMETRELER

- ❁ Serum magnezyum; Organizmadaki toplam magnezyumun %1'i serumda bulunmakla birlikte magnezyum düzeylerinin belirlenmesinde en sıklıkla kullanılan yöntem serum konsantrasyonlarıdır.
- ❁ Eritrosit magnezyum – uzun süreli magnezyum düzeylerinin değerlendirilmesi
- ❁ İdrar magnezyum, normal koşullarda 24 saatte 120-140 mg magnezyum idrarla atılır. Depolar azaldığında veya tükendiğinde idrar konsantrasyonları azalır.

# ÇİNKO

- 
- ❁ Yetişkin bir bireyin bedeninde 1.5-2.5 g çinko bulunur.
  - ❁ %80'den fazlası kas ve kemik yapısında bulunur.
  - ❁ Dolaşımda çinkonun %12-22'si serumda geri kalan eritrositlerde bulunur. Serumda %70 albumine bağlanarak taşınır.
  - ❁ Çinko seviyeleri homeostatik kontrol edilir.

# ÇİNKO DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN PARAMETRELER


- ❁ Serum; Diyetle birkaç hafta yetersiz alındığında serum çinko düzeyleri normal sınırlar arasında kalabilmektedir (10-15  $\mu\text{mol/L}$ )
- ❁ Eritrosit; uzun süreli çinko düzeylerinin değerlendirilmesi
- ❁ Lökosit; eritrosit ve plazma konsantrasyonlarının değerlendirilmesi ile karşılaştırıldığında daha geçerli bir yöntemdir.
- ❁ İdrar; yüksek düzey çinko alımı için bir göstergedir.
- ❁ Saç; uzun süreli yetersizlikler için bir göstergedir.
- ❁ Tükürük; tat almada etkili proteinin-gustin bir bileşenidir. Örnek toplamaktaki zorluklar nedeniyle pratikte kullanılmaz



# İYOT


- ❁ Yetişkin bir bireyin bedeninde 15-20 mg iyot bulunur.
- ❁ %70-80'i tiroid bezinde bulunur.
- ❁ Serumda T3, T4 konsantrasyonları iyot yetersizliği için iyi birer gösterge değildir.
- ❁ İyot yetersizliğinin saptanmasında en geçerli yöntem 24 saatlik idrarla atılan iyot konsantrasyonlarının belirlenmesidir.

# SELENYUM


- 
- **Organizmada bulunan toplam selenyum miktarı yaşanan bölgeye göre büyük farklılıklar gösterir.**
  - **Plazma veya tam kan**
  - **Plazma glutatyonperoksidaz – 3 aktivitesi**
  - **Eritrosit glutatyonperoksidaz – 1 aktivitesi**
  - **Selenoperoksidaz aktivitesi**
  - **Plazma selenoprotein P**
  - **Troid hormon seviyeleri**
  - **İdrar selenyum, yüksek doz selenyum alımın saptanması için kullanılır.**

*Arthur JR. 1999, Nutr Res Rev. 12:55-73*

# KROM

- 
- ❁ **Organizmada glikoz toleransını artırdığı bilinmektedir.**
  - ❁ **Saç, serum ve idrarda krom düzeyleri çalışılmıştır.**
  - ❁ **Saç ve serum örneklerinde konsantrasyonlar korelasyon göstermektedir.**
  - ❁ **Fonksiyonel bir parametre bulununcaya kadar bozulmuş glikoz toleransı ile birlikte saç ve serumda krom konsantrasyonlarının, vücuttaki düzeyleri belirlemek üzere kullanılabileceği düşünülmektedir.**

# BAKIR

- 
- ❁ **Yöntemin hassasiyeti ve özgünlüğü düşük düzeyde olmakla birlikte bakır düzeylerinin belirlenmesinde en sıklıkla kullanılan yöntem serum konsantrasyonlarıdır.**
  - ❁ **Yapılan çalışmalar eritrosit Cu-Zn SOD aktivitesinin serum bakır ve seruloplazmin düzeylerine göre daha hassas ve özgün bir yöntem olduğunu göstermektedir.**
  - ❁ **Saç ve idrar bakır konsantrasyonları vücuttaki toplam düzey için iyi bir gösterge değildir.**