

# Orijinal Soru: Klinik Bilimler 197

197.Hipokalemile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) EKG'de U dalgası görülebilir.
- B) Digoksin kullananlarda aritmilere neden olabilir.
- C) EKG'de T dalgası sivrileşir.
- D) Hipomagnezeminin neden olduğu hipokalemide önce hipomagnezeminin düzeltilmesi gerekir.
- E) Cerrahi hastalarda hiperkalemiden daha fazla görülür.

Doğru Cevap:C

## DERS NOTLARIMIZDAN REFERANSLAR

(Bu referanslar; soru kitabı Tüm Tus Soruları, Kamp notlarımız ya da non spesifik slaytlardan DEĞİL, sadece güncel ders notlarımızdan verilmiştir. Bu notları şubelerimizde kolayca edinip, referansları kontrol edebilirsiniz.)

## İLGİLİ NOTLAR

TUS için bir not yazacaksanız aynen böyle yazmalısınız. Tane tane, sıralı... Çünkü TUS aynen böyle soruyor da ondan...

Yine tek bir tablo ile yine tüm seçenekleri açıklayabilmişiz...

Klinik Bilimler 197. soru  
Tusdata Genel Cerrahi Ders Notu 1. Fasikül Sayfa 062

Elektrolit Dengesizliklerinde Görülen EKG Bulguları	
Hiperpotasemi	Hipopotasemi
<ul style="list-style-type: none"><li>• T dalgası tepeleri</li><li>• Düz P dalgası</li><li>• Uzun PR aralığı</li><li>• Geniş QRS</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• U dalgası</li><li>• T dalgası düzleşmesi</li><li>• ST segment değişiklikleri</li></ul>
Hiperkalsemi	Hipokalsemi
<ul style="list-style-type: none"><li>• Kısa QT aralığı</li><li>• Uzun PR ve QRS aralığı</li><li>• Yüksek QRS voltagı</li><li>• T dalgası düzleşmesi</li><li>• AV blok</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Uzun QT aralığı</li><li>• T dalgası çökmesi</li></ul>
Hipermagnezemi	Hipomagnezemi
<ul style="list-style-type: none"><li>• T dalgası tepeleri</li><li>• Düz P dalgası</li><li>• Uzun PR aralığı</li><li>• Geniş QRS</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Uzun QT ve PR aralığı</li><li>• ST çökmesi</li><li>• Düz P dalgası</li><li>• Aritmiler</li></ul>

## ASİT - BAZ DENGESİ VE BOZUKLUKLARI

### TANIMLAR

- Protein ve karbonhidrat metabolizması sonucunda **günde 1 mEq/kg hidrojen iyonu** ve buna ek olarak su ile birleşerek **karbonik aside dönüştürülmüş karbondioksit** açığa çıkar.
- Bu kadar asit açığa çıkmasına rağmen etkin tampon sistemi ve atım mekanizmaları ile kanın pH'sı 7.38 ile 7.48 arasında değişir (**pH=7.40**).
- Bu tampon sistemleri hücre içi ve dışı pH'sını düzenler.

### Önemli Tamponlar:

- ✓ **Hücre içi:** Proteinler ve fosfat
- ✓ **Hücre dışı:** Bikarbonat- karbonik asit sistemi

### Kompansasyon:

- ✓ **Metabolik bozuklıkların kompansasyonu:** Akciğerler aracılığı ile (**hızlı**)
- ✓ **Respiratuar bozuklıkların kompansasyonu:** Böbrekler aracılığı ile (**yavaş**)

### Parsiyel Karbondioksit Basıncı ( $pCO_2$ ):

- ✓ Normal değeri: arteriyel kanda 40 mmHg

### Gerçek Bikarbonat ( $HCO_3^-$ ):

- ✓ Normal değeri: 22-26 mEq/L (24mEq/L)
- ✓ Normalden **küçük değer:** Metabolik asidoz
- ✓ Normalden **büyük değer:** Metabolik alkaloz

### Parsiyel Oksijen Basıncı ( $pO_2$ ):

- ✓ Normal değeri: arteriyel kanda 95-100 mmHg

### Baz Fazlalığı (BE)

- ✓ Metabolik değişiklikler sonucu bir litre kanda artmış ya da azalmış toplam asit ve bazların düzeyidir.
- ✓ **Negatif baz fazlalığı:** Metabolik asidoz
- ✓ **Pozitif baz fazlalığı:** Metabolik alkaloz
- ✓ **Baz fazlalığı normaldeken** ( $0\pm2.5$ ) diğer parametrelerde değişiklik varsa, olay **solunum asidozu** ya da alkalozudur.

**QT intervali (süresi):**

- Q dalgasının başından T dalgasının bitimine kadar geçen süredir. Bu süre içinde hem ventrikül aktivasyonu (QRS dalgası) hem de ventrikül repolarizasyonu (T dalgası) vardır. Sonuçta QT intervali, **ventriküler aksyon potansiyelinin süresine** karşılık gelir.
- QT süresi her derivasyonda farklılık gösterir. Bu nedenle QT süresinin en uzun olduğu derivasyonlardan (**V2 veya V3**) ölçülmelidir.
- Kalp hızına göre düzeltilmiş QT süresi (QTc) = QT / R-R mesafesinin kare kökünün alınması ile hesaplanır.
- Üst sınır, erkeklerde 0.45, kadınlarda ise 0.46 sn'dir. (Alt sınır 0.39 sn kabul edilir). Özellikle QT süresi uzaması **ventriküler aritmî ve ani ölüm** riskini arttırmır.
- QT kısalması:** Hiperkalemi, dijital intoksikasyonu, asidoz

QT kısalması: Hipokalemi, serum QT condromları ilaçlar (kinidin, iloperukton)

**Klinik Bilimler 197. soru**

Tusdata Dahiliye Ders Notu Fasikül 2 1. Fasikül Sayfa 036

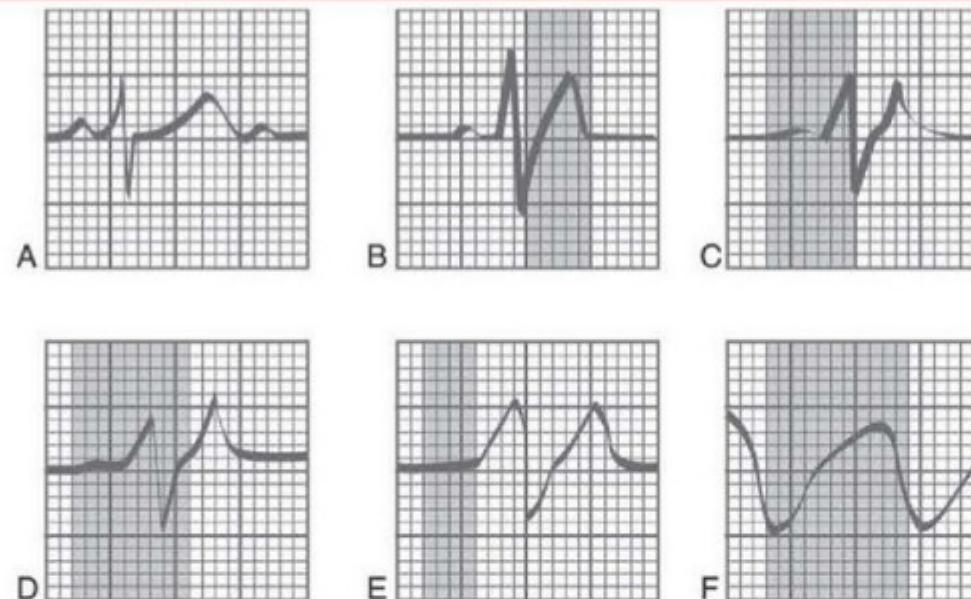
**U dalgası:**

- T dalgasından sonra gelen pozitif bir dalgadır
- Fizyolojik U dalgaları küçüktür. Çoğu zaman görülmez.
- Patolojik U dalgaları büyütür. Özellikle hipokalemi, dijital kullanımı ve antiaritmik ilaçlara bağlı olur

**Elektrolit Bozuklukları ve İlaçlara Bağlı Meydana Gelen EKG Değişiklikleri:**

**Hiperkalemi**

- ✓ T dalgasının amplitüsü artar ve sivrileşir (hiperkaleminin **en erken belirtisi**dir).
- ✓ P dalgasının yüksekliği azalır ve sonunda **silinir**.
- ✓ R dalgasının amplitüsü azalırken S dalgası derinliği artar.
- ✓ QRS genişler, T dalgası ile QRS kompleksi birleşir.
- ✓ Son dönemde ventriküler taşikardi, ventriküler flatter ve fibrilasyon gelişir.



- A) 3,5-5 arası potasyum düzeylerinde görülen T dalgasındaki nisbi belirginleşme  
 B) Serum potasyumu 5,5 mEq/L'nin üzerine çıktığında T dalgasının pik yaparak sivrileşmesi görülmektedir. P ve QRS normaldir.  
 C) Serum potasyum düzeyi 6,5'un üzerine çıktığında P dalgası düzleşir, QRS genişler ve ventrikül içi ileti geciktir.  
 D) Serum potasyum düzeyi 10'u aşlığında P dalgası belli-belirsiz hale gelir, QRS düzensiz bir şekilde genişler.  
 E) P dalgası tımla düzleşir, Bu durumda serum potasyum düzeyi 10-12 arasıdır. Atriyumlar daha uzun süre uyarılmazlar.  
 F) Serum potasyum 12 mEq'ı aşlığında QRS tanınamayacak kadar genişler (sine wave), ventrikül fibrilasyonu ve arrest bu durumu izler.

Hiperkaleminin elektrokardiyografik bulguları

## HİPOKALEMİ

Serum potasyum düzeyinin **3.5 mEq/L'nin altında** olmasıdır.

Hipokalemİ sebeplerİ	
Mekanizma	Klinik durum
Yetersiz Beslenme	<ul style="list-style-type: none"> <li>Potasyumdan fakir diyet</li> </ul>
Sindirim kanalından kayıp	<ul style="list-style-type: none"> <li>İshal (özellikle sekretuar tip)</li> <li>Villöz adenom (kolonda)</li> <li>Üreterosigmoidostomi</li> <li>Bağırsağın sıvı sekestrasyonu, ileus, intestinal obstrüksiyon</li> <li>İlaçlar (sodyum polistiren sülfonat, zirkonyum siklosilikat, patiromer)</li> </ul>
Renal kayıp	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kusma, nazogastrik drenaj, pilor stenozu</li> <li>Hiperaldosteronizm (primer veya sekonder)</li> <li>11-beta hidroksilaz enzim eksikliği</li> <li>Liddle sendromu</li> <li>Bartter sendromu, Gitelman sendromu</li> <li>Cushing sendromu</li> <li>Alkaloz</li> <li>Renal tübüller asidoz Tip I ve Tip II</li> <li>Diüretiklerden furosemid, tiazid, manitol</li> <li>Diğer ilaçlar (Penisilinler, amfoterisin B, sisplatin, kortikosteroidler)</li> <li>Akut tübüller nekrozun iyileşme safhası</li> <li>Magnezyum eksikliği (<math>\text{Na}/\text{K}</math> ATPaz inhibe olur, üriner potasyum atılımı artar, distal tübül potasyum sekresyonu artar)</li> </ul>
Hücre içine kaçış	<ul style="list-style-type: none"> <li>Akut alkaloz (bikarbonat verilmesi)</li> <li>İlaçlar (insülin, beta 2 agonist, teofillin vb)</li> <li>Anabolizma artışı (B12, folik asit tedavisi, G-CSF tedavisi)</li> <li>Baryum intoksikasyonu (potasyum sızma kanallarını bloke eder)</li> <li>Hipokalemik periyodik paraliz</li> </ul>

Klinik Bilimler 197. soru  
Tusdata Dahiliye Ders Notu Fasikül 1 1. Fasikül Sayfa 164

Klinik

- Nöromusküler sistem**
  - Çizgili kaslarda hiperpolarizasyon sonucu kasılma kapasitesi azalır: Halsizlik, yorgunluk, kas krampları, aşağıdan yukarıya yayılan paralizi (**Arefleksik paralizi**)
  - İleri aşamada ( $K < 2.5 \text{ mEq/L}$ ) **miyopati** ve **rabdomiyoliz** (miyoglobinürü) gelişir.
- Solunum sistemi:** Solunum kaslarında paralizi ve solunum yetmezliği
- GİS:** Konstipasyon, paralitik ileus
- EKG bulguları**
  - T dalgasında yassılaşma/silinme (**ilk bulgu**)
  - PR aralığında uzama**
  - QRS kompleksinde genişleme, QT aralığında uzama, ST depresyonu
  - U dalgası**
- Digoksin intoksikasyon** riski artar
- Hipokalemik nefropati:** **Proksimal tübülde vakuolizasyon, interstisyal nefrit, renal kist, papiller nekroz** ve buna bağlı nefrojenik diabetes insipidus, son dönem kronik böbrek yetmezliği (kronik hipokalemeli)
- Metabolik alkaloz**
- Diğer:** Hipertansiyon, kalp yetmezliği alevlenme



**Tedavi**

- Asemptomatik olgularda **oral potasyum tablet** verilir.
- Ciddi ( $K < 2.5 \text{ mEq/L}$ ), semptomatik hastalarda ve oral alamayanlarda **parenteral potasyum** verilir.
  - ✓ İntravenöz  $10 \text{ mEq/L/saat}$  hızında infüzyon güvenlidir
  - ✓ Kritik durumlarda ise **santral venden  $20-40 \text{ mEq/L/saat}$**  hızında ve **EKG monitörizasyonu altında** verilir.
- Her zaman **izotonik mayı** içinde verilmelidir (dekstroz, insülin salgısını artırır ve potasyumu hücre içine sokar, mevcut hipokalemiyi ağırlaştırabilir).

**Klinik Bilimler 197. soru****Tusdata Dahiliye Ders Notu Fasikül 1 1. Fasikül Sayfa 165**

- **Hipomagnezemi** varlığında tedaviye yanıt olmayabilir, o yüzden magnezyum eksikliği de düzeltilmelidir.

**HİPERKALEMİ**

- Serum potasyum değerinin  **$5.5 \text{ mEq/L'nin üzerinde}$**  olmasıdır.

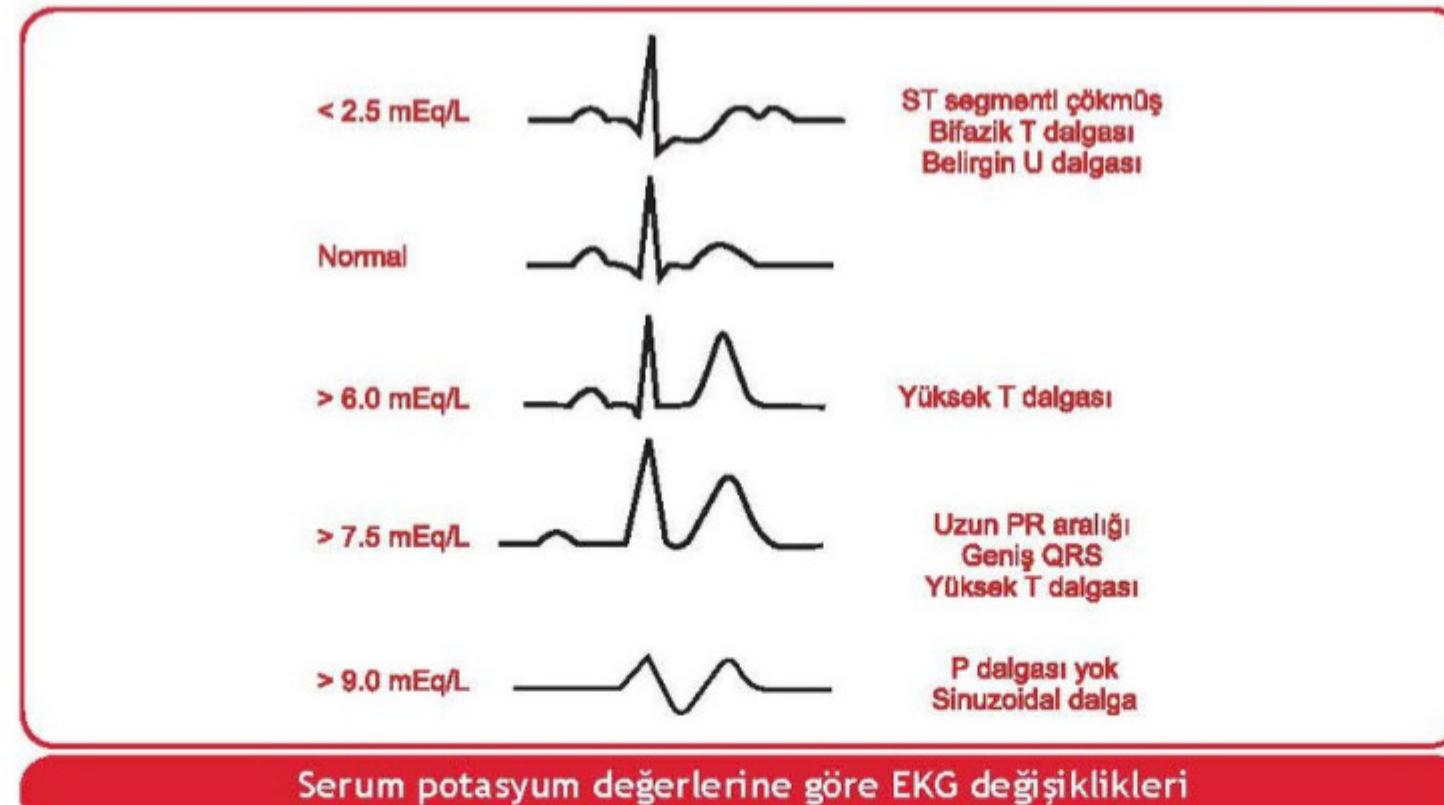
Hiperkalemi sebepleri	
Mekanizma	Klinik durum
Artmış alım	<ul style="list-style-type: none"><li>Potasyum içeren gıda, sıvı veya ilaç kullanımı</li></ul>
Renal atımının azalması	<ul style="list-style-type: none"><li>Oligürük akut böbrek hasarı</li><li>Kronik böbrek hastalığı, ESRD (<math>\text{GFR} &lt; 15 \text{ mL/dk}</math>)</li><li>Addison hastalığı</li><li>Hiporeninemik hipoaldosteronizm<ul style="list-style-type: none"><li>- Diyabetik nefropati</li><li>- Interstitial nefrit</li><li>- NSAİL, beta blokör, siklosporin, takrolimus</li></ul></li><li>Gordon sendromu</li><li>Aldosteron antagonistleri: Spironolakton, epleronon</li><li>ENAC inhibitörleri: Amilorid, triamteren, trimetoprim, pentamidin</li><li>ACE inhibitörleri, anjiyotensin reseptör blokörleri</li><li>Tip IV renal tübüller asidoz</li><li>Heparin (aldosteron sentez inhibitörü)</li></ul>
Hücre dışına kaçış	<ul style="list-style-type: none"><li>Asidoz</li><li>İnsülin eksikliği</li><li>Beta blokörler</li><li>Süksinil kolin</li><li>Hiperkalemik periyodik paraliz</li><li>Hiperozmolarite: Radyokontrast, manitol</li></ul>
Hücre Yıkımı	<ul style="list-style-type: none"><li>Travma, yanık, hemoliz, rhabdomiyoliz, tümör lizis sendromu</li></ul>
Psödohiperkalemi	<ul style="list-style-type: none"><li>İn vitro hemoliz; eritrositoz, lökositoz ve trombositoz</li></ul>

 **Klinik**

- **EKG Bulguları**
  - ✓ **T dalgası sivrilmesi (ilk bulgu)**
  - ✓ P dalgasında düzleşme/silinme
  - ✓ PR intervalinde uzama
  - ✓ QRS kompleksinde genişleme
  - ✓ QT aralığında kısalma
  - ✓ ST elevasyonu
  - ✓ Sine dalgası
- **Kardiyak aritmiler:** Sinüs bradikardisi, sinüs arresti, yavaş idioventriküler ritim, ventriküler taşikardi, ventriküler fibrilasyon, asistoli (diyastolde kalp durması)
- Kas hücre depolarizasyonu kolaylaşır, **kaslarda güçsüzlük ve paralizi gelişebilir.**
- **Diyafram kası etkilenirse solunum yetmezliği**
- **Metabolik asidoz** (hiperkalemi böbrekte amonyum sentezini engeller.)

**HIPOPOTASEMI**

- Serum potasyum seviyesi 2.5 mEq/L altında ise **QTc süresinin uzaması** ile beraber belirgin U dalgası, düzleşmiş veya bifazik T dalgası ve ST çökmesi oluşur. Serum potasyumunun daha da azalması ile PR aralığı uzar ve sinoatriyal blok oluşabilir.

**HİPERPOTASEMI**

- En erken EKG anomalisi çadır T dalgası olarak adlandırılan dar tabanlı, uzun, sivri, simetrik T dalgasıdır. Uzun, çadır şeklindeki T dalgaları, QRS süresinin uzaması, PR aralığının uzaması, P dalgasının kaybolması, geniş bifazik QRS kompleksi sinusoidal dalga ve asistol görülür.

**ÇOCUKLarda RİTİM BOZUKLUKLARI**

- Çocuklarda aritimi ya rutin muayene sırasında düzensiz ritimin fark edilmesi ya da göğüs ağrısı, baş dönmesi, senkop ve çarpıntı gibi semptomların varlığı ile düşünülür.
- Çocuklar ve erişkinlerdeki aritmilerin sıklığı ve klinik önemi farklıdır.
- Normal kalp hızı yaş ile değişir. Yaş kügündükçe kalp hızı artar.
- Taşikardi, hastanın yaş grubu için normalin üst sınırının üzerindeki kalp hızı değerleridir. Bradikardi, yaşa göre normalin alt sınırının altındaki kalp hızı değerleri olarak tanımlanır.

Çocuklarda yaşa göre dakikalık kalp hızı sınırları

Yaşa göre kalp hızları (/dakika)			
Yaş	İstirahat (uyanık)	İstirahat (uykuda)	Egzersiz, ateş (üst sınır)
0-1 hafta	100-180	100-160	220
1 hafta- 3 ay	100-220	80-200	220
3 ay-2 yaş	80-250	70-120	200
2 yaş-10 yaş	70-110	60-90	200
>10 yaş	55-90	50-90	200

Hipokaleminin tüm EKG bulguların çok net bir dille yazamışız. Notumuz her zaman net soru yaptırıcı özet bilgileri derler.

**Elektrokardiyogramda Normal Voltajlar**

- QRS kompleksinin voltajı 1 mV kadardır.
- P dalgasının voltajı 0.1-0.3 mV arasında,
- T dalgasının voltajı 0.2-0.3 mV arasındadır.

**P-R Aralığı (P-Q Aralığı)**

- P dalgasının başlangıcı ile QRS dalgasının başlangıcı arasındaki süredir.
- **Atrioventriküler iletim** esnasında kaydedilen dalgadır.
- Normal P-R aralığı **yaklaşık 0.16 saniyedir**.

**Birinci derece AV blokta ve Mobitz tip I blokta PR aralığı uzar.**

- **Birinci derece AV blokta** PR mesafesi sürekli uzundur.
- **Mobitz Tip I AV blokta** PR aralığı giderek uzar, sonuçta bir P dalgası ventriküle geçip QRS oluşturamaz.
- **Mobitz Tip II AV blokta** PR aralığı normaldir.  
Ancak bazı P dalgaları sabit oranda ventriküle geçemez.  
QRS dalgası oluşturamazlar. (2/1 AV Blok)
- Üçüncü derece AV blokta hiçbir uyarı ventriküle geçemez.  
Atriyumlar SA düğümle çalışırken, ventriküller Purkinje hızıyla çalışırlar.

**Wolf-Parkinson-White Sendromunda PR aralığı kısalır.**

- AV ileti, AV demet dışında, **kent hüzmesi** yoluyla olur (paroksizm aritmii).
- PR aralığı 0.12 sn'den kısa olur. Delta dalgaları görülür.

**Q-T Aralığı**

- Ventrikül kasılması **Q dalgasının başından T dalgasının sonuna** kadar sürer.
- 0.35-0.40 saniye kadardır. QT mesafesi, ventriküllerin hem depolarizasyonunu hem de repolarizasyonunu ifade eder.
- Aralıklı olarak senkop geçiren uzun QT sendromlu hastalarda miyokard hücrelerinde potasyum kanal mutasyonu saptanmıştır.

**ST segmenti**

- Ventriküllerin depolarizasyonu ile repolarizasyonu arasındaki süredir.
- Kalp aksiyon potansiyeli eğrisinde **plato fazına karşılık** gelir.
- Bu nedenle **izoelektrik hatta olmalıdır**.
- QRS'in ilk düzleştiği noktaya **J noktası** denir ve **izoelektrik hattı** gösterir.
- ST segmentinin izoelektrik hattan 1 mm'den fazla sapması patolojiktir.

Klinik Bilimler 197. soru  
Tusdata Fizyoloji Hist. ve Emb. Ders Notu 2. Fasikül Sayfa 418

**Elektrolit Bozukluklarında EKG Bulguları**

**Hipopotasemi** :T yassılaşır, T negatifleşir, ST çöker, U belirginleşir

**Hiperpotasemi**:T sivrilir, P genişler ve yassılaşır, QRS genişler, PR genişler

**Hipokalsemi** :QT uzar, PR kısalır

**Hiperkalsemi** :QT kısalır, QRS genişler, PR uzayabilir

NOT:  $Ca^{+2}$  ile QT ters orantılıdır.