

# kardiyoloji

## Efor Testleri

### İskelelik Kalp Hastalıklarında Kullanımı ve Tanısal Önemi

Şule KORKMAZ \*  
Emine KÜTÜK \*\*

Efor testleri; iskemik kalp hastalıklarında tanı koymak, tıbbi ve cerrahi tedavinin etkinliğini, sonucunu değerlendirmek, hastanın çalışma kapasitesini saptamak, koroner arter hastasının rehabilitasyon programını ayarlamak ve prognoz hakkında fikir edinebilmek amacı ile yapılır.

Eforda amaç kalbin işini ve buna bağlı olarak myokardın oksijen gereksinimini artırmaktır. Bu durum en kolay olarak kalp hızını artırarak sağlanır. Hız artışı ile myokardın oksijen gereksiniminin artması normal koroner arterlerde tolere edildiği halde iskemik kalp hastalarında tolere edilemez anjinal ağrıya ya da EKG'de iskemik değişikliklere neden olur.

Efora bağlı EKG değişikliklerini ilk defa Einthoven 1908'de bir kaç basamak merdiven çıktuktan sonra aldığı kendi EKG'ında kaydetti. Bunu takiben Nicoiay ve Simons, anjina pektorisli bir hastada efordan sonraki EKG değişikliklerini bildirdiler. EKG laboratuvarına ulaşmak için merdiven çıkan hastaların anjina pektoris atakları oluştuğunda alınan EKG'leri ilk olarak Bousfield (2), sonra da 1922'de Cowan ve Ritchie tarafından yayınlandı. 1931'de Wood, Woljesth ve Livezey anjina pektoris ataklarını provoke etmek için ilk spesifik testi kullandılar. Hem normal hem de anjina pektorisli şahıslarda EKG değişikliklerini araştırdılar fakat provokasyonu, anjinal atakları başlatan tehlikeli bir işlem olarak düşündüler. 1939'da Goldhammer ve Scherf, koroner iskemiyi tanımlamak için orta şiddette bir efor yaptırılmasını önerdiler, iki basamak işlemi, elektrokardiyografik efor testi olarak ilk defa Missal tarafından 1938'de kullanıldı. 1942'de Master ve arkadaşları, günümüzde Master iki basamak testi olarak bilinen testi standard hale getirdiler. Böylece egzersizin klinikte rutin kullanımı iki grupta toplandı:

A) *Standardize olmayan egzersiz uygulama metodu,*

B) *Standardize egzersiz uygulama metodu.*

At Standardize olmayan egzersiz uygulama metodu ;

1933'de Scherf ile başlayan bu metotta egzersizin şekli önemli değildir. Önemli olan hastada göğüs ağrısı ya da EKG değişikliği yapabilecek, yetersiz bir koroner kan akımına neden olacak kadar egzersiz yaptırmaktır. Bu egzersiz; yürümek, koşmak, diz çökmek, kalkıp oturmak veya Master'in basamakları çıkarmak şeklinde olabilir. Bu metotta, egzersiz ile EKG'de yeterli bir değişiklik sağlanamaz ise genellikle bir saat istirahatten sonra egzersiz tekrarlanabilir.

B) Standardize egzersiz uygulama metodu:

Tablolar hastanın yaş, cins ve kilosuna göre egzersizden sonra iki dakika içinde kan basıncı ve nabızın normale döneceği temeline dayanılarak standardize edildi. Egzersiz, özel olarak hazırlanmış iki basamaklı standard bir merdiven (her basamak dokuz inç yükseklik ve dokuz inç eninde) üzerinde standard tabloda açıklanan parametrelere göre bir buçuk dakikada belirli sayıda inip çıkma esasına dayanıyordu. Master testinin iki misli sürede ve iki katı egzersiz yaptırmakta çift Master testi olarak tanımlandı (14).

Master testi uygulanırken EKG egzersizden sonra alındığından, egzersizin nerede ve ne zaman kesilmesi gerektiği ve egzersiz sırasında ne gibi geçici EKG değişikliklerinin meydana geldiği görülemediğinden bu gün Master'in iki basamaklı merdiveni yerini ergometrik bisiklet ve koşu bandına Treadmill) bırakmıştır. Son zamanlarda telemetrik metod ile egzersiz sırasında EKG devamlı olarak alınmakta, egzersiz derecesinin EKG üzerine etkileri devamlı olarak izlenebilmektedir. Egzersiz sırasında EKG kayıtları ile birlikte dakikadaki nabız sayısı, sistemik arter basıncı ve bazı kliniklerde oksijen kullanımları da saptanmaktadır.

\* Türkiye Yüksek İhtisas Hastanesi Kardiyoloji Kliniği Başasistanı

\*\* Türkiye Yüksek İhtisas Hastanesi Kardiyoloji Kliniği Şefmuavini

Egzersiz ile myokardın kan ve oksijen gereksinimi maksimale (veya submaksimale) çıkınca iskemik belirtiler ortaya çıkar hatta koroner kan akımındaki orta derecede bir azalma bile koroner iskemisini ortaya çıkarabilir, çünkü koronerlerdeki darlık nedeni ile koroner debi egzersizin gereksinimini sağlayacak derecede akım artışı oluşturamaz. Normal yetişkinlerde egzersiz de, iskelet kas yatağındaki vazodilatasyon nedeni ile kardiak debi 5 Lt. den 25 Lt. ye kadar yükselir, bu da ortalama arter basıncında % 50 civarında bir artışa neden olur. Debi artışı; atım volümü ve daha çok da kalp hızı artışı ile sağlanır. Kalp atım sayısı arttıkça sistolik ejeksiyon süresi kısalmır. Normal sistolik boşalmanın gittikçe kısalan periyodlar içinde sağlanabilmesi myokardial kontraktilitedeki artışa paraleldir. Myokardial kontraktilite artışı da oksijen kullanımını gittikçe artırır. Ağır egzersiz sırasındaki bu değişmelerden dolayı kontraksiyon başına oksijen kullanımı  $1.2 \times 10^{-4}$  ml/100 gm/vurudan  $1.9 \times 10^{-4}$  ml/100 gm/vuruya kadar artar. Normal oksijen saturasyonunda (19 ml/dl), myokardın oksijen uptake! değişmediği takdirde, ağır bir egzersiz sırasında normal koroner arterlerde koroner kan akımı 60 ml/100 gm'dan takriben 240 ml/100 gm'a kadar artar. Fakat koroner arterlerde ağır veya orta derecelerde darlıklar varsa koroner akım artışı bu oranda olamayacaktır. Bu durumda yetersiz perfüze edilen myokard bölümü iskemiyeye uğrayacaktır. Egzersiz stress testi, egzersiz ile oluşan iskemiyenin hem sübjektif ve hem de objektif yollarla saptanabileceği ve bunun tanısal bir sonuç için kullanılabilirliği ön şartına dayanmaktadır.

Koroner arterleri ve oksijen transportu normal olan şahıslarda efor testi myokard iskemisi oluşturmaz. Hafif ve orta derecede koroner aterosklerozu olanlarda da myokard iskemisi gelişmeyebilir (1). Kanın oksijen taşıma kapasitesinin azalması da (anemi, karbonmonoksit bağlanması gibi) nadiren myokard iskemisine sebep olabilir. Koroner arter hastalığı olmaksızın aort darlığı, pulmoner darlık gibi kalpte sekonder hipertrofiye sebep olan valvuler ve konjenital kalp hastalıklarında, kardiyomyopatilerde, perikard hastalıklarında, hipertansiyonda efor sonucunda kalbin ihtiyacı olan oksijen sağlanmadığından relatif iske mi bulguları saptanabilir (1, 13). Egzersiz sırasında iskemiyenin meydana gelmesine daha başka faktörler de etki etmektedir. Örneğin, koroner spazm ve pasif koroner kollaps koroner perfüzyonu azaltarak veya koroner tonüsteki fizyolojik değişiklikler koroner akımı az veya çok etkileyerek iskemiyeye yol açabilirler (3). Normal koroner arterlere sahip olmalarına rağmen vazoregülatör astenide, dijital alanlarda, elektrolit denge bozukluğunda, Wolf - Parkinson - White (WPW) gibi preeksitasyon iletim defekti olanlarda, mitral valv prolapsuslu (MVP) şahıslarda egzersize yalancı pozitif cevap alındığı bilinmektedir (4,9,13).

Uygulaması kolay, tekrarlanabilen ve non-invaziv bir yöntem olan efor testinin endikasyonları şunlardır:

- 1) Göğüs ağrısının tanınmasına yardımcı olmak,
- 2) Koroner kalp hastalığının prognostik ağırlığını değerlendirmek,
- 3) Bilinen koroner arter hastalığının tedavisini değerlendirmek,
- 4) Myokard infarktüsünden sonra rehabilitasyonun yönlendirilmesi,
- 5) Koroner by - pass cerrahisinin yararını değerlendirmek,
- 6) Yüksek riskli meslek gruplarını taramak,
- 7) Asemptomatik fakat koroner arter hastalığı için risk taşıyan grubu (ailevi hikaye, sigara, hiperlipidemi, diabêtes mellitus v.b) taramak,

Efor testi, invaziv olarak kateter laboratuvarında koroner kan akımını ölçmek, sol ventrikül fonksiyonlarını değerlendirmek ve efor sırasında myokardial metabolizmayı incelemek içinde kullanılabilir (D).

Efor testinin kontrendikasyonları :

1. Akut myokard infarktüsü,
2. Akut koroner yetmezliği ya da klinik ve EKG olarak belirgin koroner iske mi,
3. Myokardit,
4. Belirgin kalp yetmezliği,
5. Aort darlıkları ve diğer kapak hastalıkları,
6. Sistemik hastalıklar,
7. Yeni meydana gelmiş pulmoner emboliler,
8. Kardiak ritim ve iletim bozukluğundan (Atrial flutter ve fibrilasyon, 2 - 3° A - V blok, WPW gibi),
9. Periferik damar hastalıkları,
- 10) Sabit hızlı pacemaker takılmış hastalar.

Nöromusküler fonksiyon bozukluğu olan şahıslar yeterince efor yapamayacaklarından kardiak fonksiyonun değerlendirilmesi yanıltıcı olur ve adelelerde erken laktat birikmesi şahsın reaksiyonunu değiştirebilir, anksiyete hali de efor esnasında aritmi olasılığını artırabilir bu durumdaki hastalara efor yaptırılmamasına dikkat edilmelidir.

Efor testi mümkün olduğu kadar sabit ve bazal durumlarda, ılık ve stressiz bir atmosferde uygulanmalı, aşağıdaki prensipler izlenmelidir:

1. Testten önce hastaya yapılacak işlem açıklanmalıdır.
2. Hasta test yapmaya isteksiz davranıyorsa işlem yapılmamalıdır.
3. Testten önce 12 derivasyonlu istirahat EKG'si alınmalı ve EKG belirgin koroner iskemisi

bulguları taşıyorsa egzersize başlanmalıdır. Belirgin bir koroner iskemi bulgusu varsa zaten testten kazanılacak şey çok azdır.

4. Hastada göğüs ağrısı olmamalıdır. Hikayesi ve fizik muayenesi akut myokard infarktüsü, akut pulmoner emboli ve konjestif kalp yetmezliğini düşündürm emelidir.

5. Taşikardi olmamalıdır. Çünkü egzersiz testinin temeli, eforla kalp hızını yükselterek oksijen kullanımını artırmaya dayanır.

6. Resusitasyon için gerekli bütün cihaz ve ilaçlar hazır bulundurulmalıdır.

7. Test, standardize veya standardize olmayan metoda göre gerçekleştirilir. Maksimal egzersiz için ulaşılabilecek kalp hızı şu formülle hesaplanır: Kalp hızı =  $220 - \text{hastanın yaşı}$ . Su bu maksimal test için bu rakamın % 80'ine ulaşılmalıdır.

8. Test tercihan sabah yapılmalıdır. Çünkü anjina pektorisde egzersize alınan cevap sabah ve öğleden sonra farklıdır. Yasue ve arkadaşları öğleden sonra ile kıyaslandığında sabahlan major koroner arterlerin tonusunda anjiyokardiyografik olarak artış olduğunu göstermişlerdir (8).

9. Yemek ve glukoz alımının istirahat ve egzersiz EKG'sinde ST-T değişikliklerine sebep olduğu gösterildiğinden egzersiz testi aç karnına yapılmalıdır (4). Fakat hasta yemekten sonra anjinal ağrı tanımlıyorsa ve aç karnına iken yapılan egzersiz testi koroner iskemisi bulguları göstermiyorsa yemekten sonra egzersiz testini tekrarlamak çok yerinde bir davranış olur.

10. Efor testinden önce hasta vazodilatatör, diüretik ve beta bloker gibi hiç bir ilaç kullanmama, eğer kullanmakta ise, testten en az 24 saat önce bu ilaçları kesmelidir.

11. Test, dijital tedavisinin kesilmesinden sonra en az üç hafta sonra yapılmalıdır.

12. Efor testi, enfeksiyonlardan sonraki nekahat döneminde, soğuk algınlığı veya diğer enfeksiyonlar sırasında da yapılmalıdır.

13. Hasta testin yapılmasından en az bir saat öncesine kadar sigara içmemelidir.

14. Soğukta anjinal ağrıları artan hastalarda eğer bazal durumda yapılan test negatif ise, tampon içine buz sanılarak hastanın her iki elinde bir müddet tutturularak test tekrarlanmalıdır.

15. Test, 65 yaşın üstündeki yaşlı hastalarda kontrendikedir.

16. Test sırasında göğüs ağrısı, substernal rahatsızlık ve sıkıntı hissi, solukluk meydana gelirse egzersiz hemen durdurulmalıdır.

17. Efor testinin uygulaması ve değerlendirilmesi tecrübeli bir hekim tarafından yapılmalıdır.

18. EKG kayıtları, efordan hemen sonraki dönemde 2., 4., 6. dakikada yapılmalı, eğer EKG'de iskemik değişiklikler oluşmuş ise EKG istirahatteki haline dönene kadar kayıda devam etmelidir.

19. Efor sırasında oluşan hiperventilasyonun T dalga değişikliğine olan etkisini ayırtmak için bugün efordan önce hiperventilasyon yaptırılarak EKG kaydı yapıp sonra egzersize başlanması önerilmektedir. Çünkü, çoğunluğunu kadınlardan teşkil ettiği fizyolojik vazoregülatuar hiperreaktörler olarak adlandırılan vaka gurubu, simpatik sinir sisteminin disfonksiyonuna bağlı olarak efor testine yalancı pozitif cevap verir (9).

20. Eğer efor sonrası EKG kayıtları fizyolojik olduğu düşünülen T dalga değişiklikleri yansıtırsa, test potasyum tuzları alınımından sonra tekrarlanmalıdır.

Efor testi eğer ergometri ile yapılıyorsa, bu prensiplere ilave olarak aşağıdaki hususlara da dikkat edilmelidir;

a) Bisiklette oturma yerinin yüksekliği önemlidir. (Yükseklik, bacaklar ekstansiyon ve metatarslar aşağı pozisyona yerleşmiş pedallara dayanacak tarzda düzenlenmelidir).

b) Başlangıçta sabit bir yükte dört dakika pedal çevirerek şahsın adaptasyonu sağlanmalıdır.

c) Hasta devamlı oturur pozisyonda olmalı ve yaş, cins, vücut ağırlığı ve fizik yapısına göre verilen yüke karşı dakikada 50 - 60 tur pedal çevire bilmelidir (\*).

## EFOR İLE OLUŞTURULAN EKG DEĞİŞİKLİKLERİ

Efor ile oluşturulan koroner iskemisi bulguları en iyi, ventrikül apeksi ile buna yakın anteroseptal ve anterolateral bölgelerde, EKG'de R dalgasının yüksek olduğu derivasyonlarda saptanır. Bu derivasyonlar horizontal planda  $V_1 - V_3 - V_4$  (özellikle  $V_5$ ), frontal planda standard derivasyonlardan  $D_1, D_2$  ve  $aVL$  'dir (özellikle  $D_3$ ).

Efor ile oluşan EKG değişiklikleri en çok repolarizasyon döneminde (ST segmenti, T ve U dalgası) görülmekle birlikte aşağıdaki dönemlerin de incelenmesi gereklidir:

- |                  |                              |
|------------------|------------------------------|
| a) P dalgası     | e) T dalgası                 |
| b) P - R aralığı | f) U dalgası                 |
| c) QRS kompleksi | g) Q - T aralığı             |
| d) ST segmenti   | h) Kardiyak ritim bozukluğu, |

a) P dalgası :

Normalde frontal planda olan P vektörü efor ile

\* Ergometride üretilen iş, kilogram force metre (kgfm/dk), kilogram metre (Kgm) veya Watt olarak ölçülür (1 Watt = 6 kgfm/dk).

vertikal olmaya meyleder (0 ve +60 derece arasında iken 60 derecenin üstüne sapar). Bu, normal fizyolojik değişikliktir. Ta deflaksyonu daha derinleştikten muhtemelen fonksiyonel ST segment depresyonu olur,

fa) P - R aralığı :

P - R, efor ile kısalır ve aşağı doğru çöker. Bu, daha çok, yüksek P dalgası gösteren Üf derivasyonunda olur. Ta defleksiyonunun deprese edici etkisine bağlıdır ve junksiyonel ST segment depresyonu ile sonuçlanabilir,

c) ORS kompleksi :

Efor ile CM5 deki Q dalgasında değişimle veya azalmanın sol koroner arter anterior descending obstrüksiyonuna bağlı olduğu kabul edilip ve bunun da iskemi nedeni ile anormal septal aktivasyona bağlı olduğu düşünülmektedir (11). Efor ile R dalga amplitud değişikliğinin efor testinin değerlendirilmesinde önemi olduğu öne sürülmektedir QRS aksında iskeminin lokalizasyonuna göre sağa veya sola kayma, iletim gecikmesi, R dalgası amplitud artımı, ST yüksekliği ile birlikte S dalgasının ampütü dünde azalma akut myokard infarktüsünün hiperakut fazı ve variant anıñaran dışında eforla oluşan myokard iskemisinde de görülür (15).

ST segment depresyonu olmaksızın post egzersiz EKG'de geçici intraventriküler iletim bozukluğının meydana gelmesi septal dokulara lokalize perfüzyon yetmezliğini düşündürür. Fakat koroner dolaşımın genel yetmezliğine işaret etmez (10).

d) ST segmenti :

Efor ile oluşturulan koroner yetmezliğinin en sık ve belirgin EKG işaretleri ST segmentinde görülür, ST segmenti kalbin sol yan bölgesini gören derivasyonlarda çökmüş ya da yükselmiş olabilir, Normal kişilerde de efor sırasında ST segmenti çöker ve T dalga amplitüdü azalabilir (Şekil 1 D). Efordan hemen sonra ise ST segmenti yükselir, T dalga amplitüdü artar,

ST segment depresyonu çeşitli tiplerde olabilir:

1. *Downsloping ST segment depresyonu*
2. *Horizontal ST segment depresyonu*
3. *Upsloping ST segment depresyonu*
4. *Junksiyonel ST segment depresyonu olmak üzere dörde ayrılır.*

1, Downsloping ST segment depresyonu:

ST segmenti aşağı doğru meyillidir ve 1 mm, veya daha fazla depresyon 0.08 sn. veya daha uzun sürer. Bu tip çökme, myokard iskemisinin tanımında

büyük bir spesifiteye sahiptir. Yalancı pozitif cevap % 1'den daha azdır (7), (Şekil 1 A). Hatta efordan hemen sonra başlayıp, en az beş derivasyonu tutan ve 6 dk.dan daha uzun süre devam eden downsloping ST segment depresyonunun sol ana koroner veya üç damar hastalığını gösterdiği öne sürülmektedir (16).

2. Horizontal ST segment depresyonu :

ST segmenti 1 mm, veya daha fazla düz olarak çöker, en az 0.08 sn. devam eder. ST - T açısı keskindir. Myokard iskemisinin tanısında yaklaşık % 15 yalancı pozitif sonuç verir (7), (Şekil 1 B).

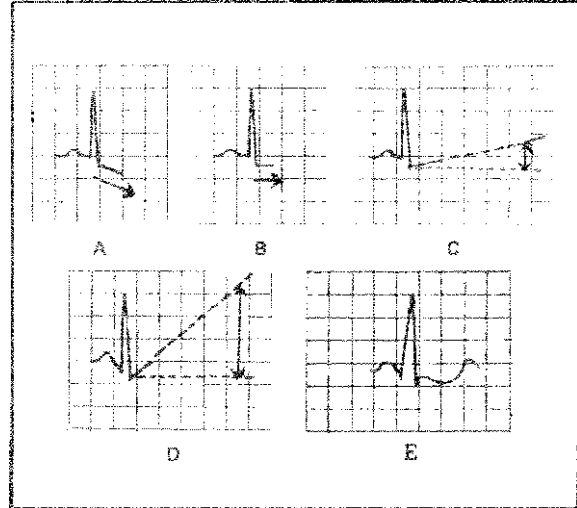
3. Upsloping ST segment depresyonu :

ST segmentinde en az 0.08 sn. devam eden 1 mm, veya daha çok junksiyonel depresyondur, ST segmenti, J noktasından itibaren yavaş ve T dalgası ile yumuşak açı yaparak yükselir (Şekil 1 C). Bu tip ST segment depresyonu % 30 yalancı pozitif sonuç verir. 2 mm. upsloping ST segment depresyonun sensitivitesi 1 mm. ye göre daha yüksektir (12).

4. Junksiyonel ST segment depresyonu :

ST segmentinin proksimal kısmının depresyonudur. ST süratle yükselir, Bu tip ST segment depresyonu fizyolojik kabul edilir (6, 7, 14). (Şekil 1 D).

Sagging ST segment depresyonu diye adlandırılan ST segmentinin konkav depresyonu da çok nadir görülmekle birlikte, görüldüğü zaman patolojik kabul edilmelidir (14). (Şekil 1 E).



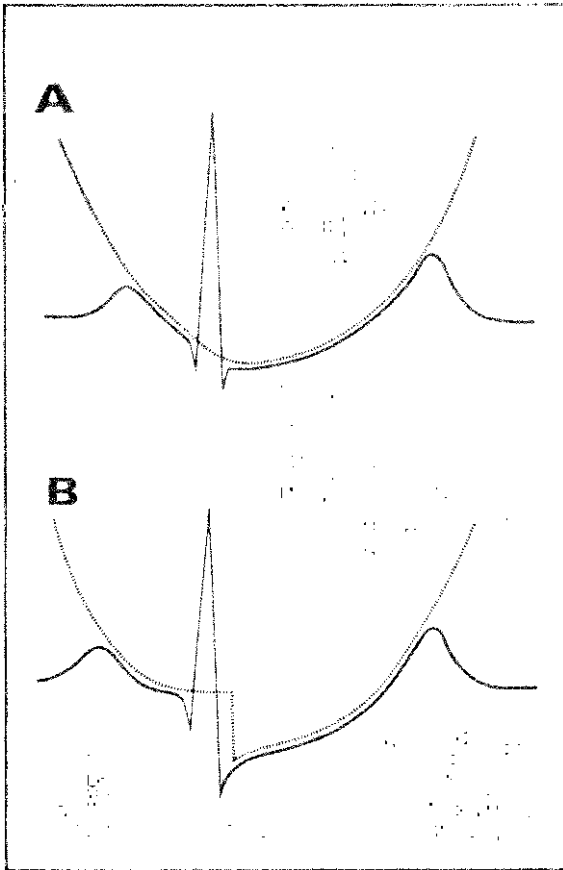
Şekil - 1 ; A) Downsloping (aşağıya meyil gösteren), B) Horizontal, C) Upsloping (yukarı çıkış gösteren), D) junctional, E) Sagging (çanaklaşma),

ST segment depresyonunun kantitatif değerlendirilmesi :

- 1) ST segmentinin 1 - 2 mm. den fazla çöküşü,

- 2) ST - T köşesinin keskin açılı oluşu,
- 3) P, P - R ve ST arasındaki kırılmış parabol oluşu (Şekil 2).
- 4) ST segment depresyonunun 0,03 sn. den uzun sürmesi patolojiktir,

ST segment yükselmesi: Akut olarak efor ile meydana getirilen koroner yetmezliği hafif, geçici subepikardial injury'e sebep olur. Sol lateral derivasyonlarda ST segment yükselmesi olur. Belirti, genellikle ağrı ile birlikte. Bu durumun çok ilerlemiş ana koroner tıkanmasını gösterdiği söylenirse de variant anjinada ve akut myokard infarktüsünün hiperakut fazında da olabilmektedir.



Şekil - 2 ; A) Fizyolojik junctional S - T segment depresyonunun normal kırılmamış parabolü, B) Anormal junctional S - T segment depresyonunun kırılmış parabolü.

#### e) T dalgası :

T dalgasını etkileyen değişiklikler: Efor, sol ventrikülün apikal ve anteroseptal bölgesini gören derivasyonlarda T dalga konfigürasyonunda değişikliklere sebep olabilir, T dalga vektörü iskemik bölgeden uzaklaşıp daha uzun, simetrik ve sivri uçlu görünüşe meyleder.

Efor ile oluşturulan subendokardial iskemi : Sol lateral derivasyonlarda uzun simetrik T dalgaları = T dalgası vektörü subendokardial yüzeyden V4 —V5 "e doğru uzaklaşır; sonuç olarak bunlar ve bunlara yakın derivasyonlarda uzun, simetrik, sivri T dalgaları görülür. Bu, genellikle fizyolojik bir cevap olarak kabul edilir. Fakat T dalga amplitüdünün efordan sonra 5 mm. den fazla olması veya efor öncesine göre amplitüdünün üç kat artması myokard iskemisini düşündürülebilir. Bu durum koroner arter hastalığında % 10 oranında görülür,

Subendokardial injury genellikle ST segment depresyonu ile birlikte olur. Bu durumda sıklıkla Q - T kısalmasıdır.

Efor ile düşümden subepikardial iskemi: inverted T dalgaları = Subepikardial iskemi de T dalgasının vektörü subepikardial yüzeyden uzaklaşır. Sonuçta V4 —V5 ve buna komşu derivasyonlarda simetrik ve sivri inverted T dalgaları oluşur. Bu, tek başına veya diğer defleksiyonlar ile birlikte olabilir. ST segment ve U dalgası anormallikleri gibi Vg'de inverted T dalgası efordan birkaç dakika sonra başlar, genellikle 40 dakika kadar devam eder ve Q - Tc uzaması ile birlikte. T dalgası inversiyonunun tek başına yorumu güçtür, fizyolojik mi yoksa patolojik mi ayırmak için bazı kriterlere bakmak gerekir.

#### Patolojik T dalgasının özellikleri:

1. Sivri uçlu, simetrik, negatif T dalgaları iskemik kabul edilir. Birlikte olan ST segmenti uzun bir süre (0.12 sn. veya daha uzun) izoelektrik olmaya eğilim gösterir.
2. Patolojik T dalgası inversiyonu, Q - T aralığı uzaması ile birlikte.
3. Koroner iskemi sinde egzersizden sonra görülen T dalga inversiyonu hasta dik durumda ve istirahat te iken yaptırılan 30 sn. lik hiperventilasyondan sonra alınan EKG dekinden daha büyük olur.
4. Efordan sonraki T dalga inversiyonunun nisbeten yavaş kalp atım sayısı ile birlikte olması iskemi lehinedir.
5. D<sub>1</sub> de T dalgası inversiyonunun görülmesi patolojiktir.

Fizyolojik T dalgası inversiyonu: Bazan normal şahıslarda da efordan sonra T dalgası inversiyonu olabilir. Fakat burada T dalgası sivri, simetrik olmayıp Q - T aralığı normal, ST segment: deprese değildir, inverted T derinliği 2 mm.den azdır. Fizyolojik T dalgası inversiyonu; hiperventilasyon, taşikardi ve artmış simpatetik etki (testin stress ve anksiyete dolayısıyla adrenalin salgısına sebep olması)'e bağlı olabilir.

#### f) U dalgası :

U dalgası normalde T dalgası ile aynı yöndedir,

V2 —V4 de en iyi görülür. Efordan sonra oluşan inverted U dalgası her zaman anormal bir cevap olarak kabul edilir ve koroner iskeminin varlığını gösterir. Efordan sonra görülen inverted U dalgasının, sol koroner arter anterior descending dalının proksimalindeki lezyonu gösterdiği öne sürülmektedir (5).

#### g) QX/QT oranı:

Bu oranın % 50den fazla olması iskemiye düşündürür denilmektedir ( Şekil - 3).

#### h)Efor ile oluşan kardiyak ritim değişiklikleri :

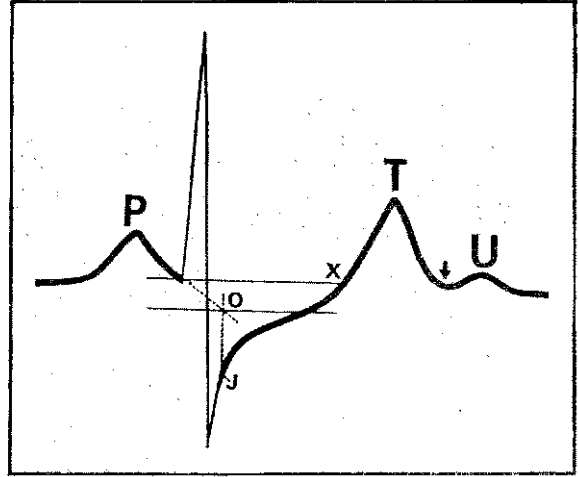
Sinüs taşikardisi efora normal bir cevaptır. Nadiren hıza bağlı sol ya da sağ demet dalı bloğu ortaya çıkabilir. Koroner iskemi hastalarda eforun uyardığı artmış ektopik otomatisme ektopik ventriküler atımlara sebep olabilir. Ventriküler prematüre vurular unifokal, multifokal, bigemine veya salvo halinde olabilir ve ekstrasistolik ventriküler taşikardiye oluşturabilirler.

Efordan sonra görülen ventriküler prematüre vurular (V.P.V.) şöyle değerlendirilir:

1. Normal şahıslarda V.P.V. görülürse de koroner kalp hastalığı olanlara göre daha azdır.
2. V.P.V. unifokal fakat 6 sn.de birden çok, bigemine, salvo halinde ya da sinüzal taşikardi ile birlikte ise önemlidir.
3. İstirahatte de bulunan V.P.V. ların efor ile artışı koroner kalp hastalığını destekler.
4. V.P.V. İarm koroner iskeminin diğer bulgular ile birlikte bulunması koroner kalp hastalığını destekler.
5. İstirahat trasesindeki V.P.V. ların efor ile kayboluşu genellikle benign kabul edilir.

Efor testinin kesilmesini gerektiren durumlar:

- A) Göğüs ağrısının başlaması,
- B) Nefes darlığı, şiddetli yorgunluk,güçsüzlük görülmesi,



Şekil - 3 : ölçüm metodlarını gösteren diyagram

- I- Hakiki ve yalana S-T segment depresyonu,
  - II — S-T segmentinin horizontalitesinin derecesi
1. P dalgası inen kolunun uzatılması ile elde edilen çizginin J noktasından çıkan dik ile kesiştiği yer O noktasıdır. O -J mesafesi ST segment depresyonunun gerçek miktarını gösterir.
  2. QRS'in başından çizilen horizontal çizginin T dalgasının çıkan kolu ile kesiştiği yer X noktasıdır. QX mesafesi QI intervalinin yüzdesi olarak açıklanır.

C) Solukluk, terleme, üşüme gibi kan basıncının düşmesine eşlik eden bulguların ortaya çıkışı,

D) Sorulara kaşık cevap verme, baş ve yüz sallama vs. gibi serebrovasküler yetmezliği düşündürülen bulguların görülmesi,

E) Hastanın cinsine ve yaşına göre nabızın ve kan basıncının beklenen değerlerin üstüne çıkması halinde,

F) Efor sırasında EKG'de aşağıdaki değişiklikler gözlenirse test kesilmelidir:

- a) Supraventriküler ve ventriküler paroksistik aritmi,
- b) İletim bozuklukları,
- c) T dalgasına yakın oluşan V.P.V. (R on T).
- d) ST segment depresyonunun 2 mm. den fazla olması.

## KAYNAKLAR

1. Braunwald, E.M.J). : Heart Disease. WJB. Saunders Company. Philadelphia - London - Toronto. 25 3, 1980.
2. Feil, H., Siegel, M.L. : Electrocardiographic Changes During Attacks of Angina Pectoris. Am. J. Med. Sei. 175 :255,1928.
3. Fox, K M . : Exercise Heart Rate/ST Segment Relation. Perfect Predictor of Coronary Disease? Br. Heart J. 48; 309,1982.
4. Froelicher, V.F., Thompson, A.J., Longo Jr, M.R., Tnebwasser, J.H., Lancaster, M.C. : Value of Exercise Testing for Screening Asymptomatic Men for Latent Coronary Artery Disease. Progress in Cardiovasc. Dis. XVIII (4): 265, 1976.
5. Gerson, M.C. : Exerdse - Induced U Wave Inversion as a Marker of Stenosis of the Left Anterior Descending Coronary Artery. Am. J. Cardiol. 43: 354, 1979.

6. Gerson, M.C., Phillips, J.F., Morris, S.N., Mc Henry, P.X. : Relation of Exercise - Induced Physiologic S - T Segment Depression to R Wave Amplitude in Normal Subjects. *Am. J. Cardiol.* 46: 778, 1980.
7. Goldman. M.J. : Principles of Clinical Electrocardiography. P: 143. 10<sup>th</sup> Edition. Lange Medical Publications. California, 1979.
8. Joy, M., Pollard, CM, Nunan, T.O. : Diurnal Variation in Exercise Responses in Angina Pectoris. *Br. Heart J.* 48 ; 156,1982.
9. Mason, R.E., Likar, I., Biern, R.O, Ross, R.S. : Multipl - Lead Exercise Electrocardiography. Experience in 107 Normal Subjects and 67 Patients with Angina Pectoris and Comparison with Coronary Cinearteriography in 84 Patients. *Circulation.* 36: 517, 1967.
10. Mattingly, T.W. : The Postexercise Electrocardiogram. Its Value in the Diagnosis and Prognosis of Coronary Arteriel Disease. *Am.J. Cardiol.* 9: 395, 1962.
11. Morales - BaUejo, H, Greenberg, P.S., Eliestad, M il. : Septal Q Wave in Exercise Testing = Angiographic Correlation. *Am.J. Cardiol.* 48: 247, 1981.
12. Rijncke, RX>. : Clinical Significance of the Upsloping S - T Segment in the Exercise Electrocardiogram. *Circulation.* 61 (4): 671, 1980.
13. Robb, G.P., Marks, H.H. : Latent Coronary Artery Disease. Determination of Its Presence and Severity by the Exercise Electrocardiogram. *Am. J. Cardiol.* : 603,1964.
14. Schramroth, L. : The Electrocardiology of Coronary Artery Disease. P: 153. Blackwell Scientific Publication. *J.S. Lippin cott Company.* Philadelphia, 1977.
15. Schick Jr, E.C., Weiner, D.A., Hood Jr, W.B., Ryan, T.J. : Increase in R - Wave Amplitude During Transient Epicardial Injury (Prinzmetal Type). *J. Electrocardiology.* 13(3) : 259, 1980.
16. Weiner, DA., Mc Cabe, C.H., Ryan, T.J. : Identification of Patients with Left Main and three Vessel Coronary Disease with Clinical and Exercise Test Variables. *Am.J. Cardiol.* 46:292, 1980.