

## Egzersiz Elektrokardiyografik Metotların Karşılaştırılması ve Yarış Atlarında Uygulama Teknikleri

Remzi GÖNÜL

M. Erman OR

H.Tamer DODURKA

İÜ Veteriner Fakültesi, İç Hastalıklar Anabilim Dalı, Avcılar-İstanbul / Türkiye

### ÖZET

Atlar üzerinde yapılan egzersiz elektrokardiyografisi çalışmaları sayesinde, gerek çevresel gerekse kardiyovasküler doğal stres faktörleri etkisi altındaki gerçek yarış performansını gözlenebilmekte, aynı zamanda istirahat halinde semptom vermeyen kalp rahatsızlıkları da ortaya çıkarılabilmektedir. Bu amaçla hazırladığımız bu makalede, yarış atları üzerinde kullanılan ve egzersiz esnasındaki elektrokardiyografik kayıtların alınmasına yarayan metotlardan geniş olarak bahsedilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Egzersiz, Elektrokardiyografi, EKG, At.

### *The Comparison of Exercise Electrocardiographic Methods and the Application Technics in the Racehorses*

### SUMMARY

By exercise electrocardiographic tests in the horse, both certain racing performance under environmental and naturel stress factors can observe, and asemptomatic cardiac abnormalites at rest can detect at the same time. In this article which contributed for this purpose, the methods which used taking electrocardiographic records during exercise and using on the race horses were reported widely.

**Key words:** Exercise, Electrocardiography, ECG, Horse.

### GİRİŞ

Yarış atlarının başarısında etkili olan ve koşu performansını büyük oranda etkilediği bilinen kalp gücünün elektrokardiyografik olarak belirlenmesi son zamanlarda büyük önem kazanmıştır (16,19,22,23). Bu nedenle, yarış atlarında kardiyak performansın daha iyi değerlendirilebilmesi için, dinlenme anında olduğu gibi egzersiz esnasında da kardiyak gözlemlerin yapılması gerekli olmuştur (1,2,3,12,15,16,19). Egzersiz sırasında yapılan elektrokardiyografik kontroller sadece egzersiz fizyolojisi için değil, aynı zamanda klinik kontroller için de önemlidir (1,2,6,9,10,19). Bu sayede, istirahat esnasında çoğu kez semptom göstermeyen ya da çeşitli mürmur ve ventriküler ektoptik sistoller gibi belirtiler gösterse de çalışma kapasitesi pek etkilenmediğinden, gözden kaçabilen kardiyovasküler hastalıklar da saptanabilmektedir (3,6,19,21,23).

Geçen yüzyılda atların deneysel çalışmalarda kullanılmaya başlanması ile birlikte ilk olarak kan akışı, karışık venöz kan oksijen doyumluğundaki değişiklikler, kardiyak çıkış ve arterial kan basıncı üzerinde incelemeler yapılmıştır (9,11,12). Egzersiz esnasındaki kardiyak değişikliklerin gözlenmesi üzerine yapılan ilk çalışmalar ise, egzersizden önce ya da sonra gözlemlerin yapılabilmesi ve özellikle egzersiz sonrası steteskobik gözlemler ile sınırlı kalmıştır (6,10,12). Daha sonraki gelişmelerde de EKG kaydı için hayvanların ayakta sabit olarak durması önerilmiştir (6). İlk defa 1936-1937 yıllarında antrenman esnasında atların solunum, nabız, vücut ısısı ölçülmeye başlanmış; fizyolojik farklılıkları incelenmiş, bu arada regülasyon mekanizması araştırılmıştır (4). Egzersiz esnasındayken atlarda fizyolojik ve klinik verilerin toplanabilmesi için, radyo-telemetri sisteminin veteriner hekimlik alanında geliştirilip kullanım avantaj ve dezavantajlarının belirlenmesi ise 1960'lı yıllara dayanmaktadır (9,12,21).

Bu derlemenin amacı günümüzde egzersiz esnasında elektrokardiyografik kayıtların alınması için tercih edilen metotları avantaj ve dezavantajlarıyla beraber değerlendirmektir.

#### **Egzersiz Elektrokardiyografik Kayıt Yöntemleri**

Egzersiz elektrokardiyografik kontrollerin genel prensibi, atların egzersiz esnasındaki kardiyak fonksiyonlarının uygun ve taşınabilir aletler vasıtasıyla gözlenmesi temeline dayanır (3,10,16). Bu amaçla çeşitli elektrokardiyografik kayıt yöntemleri geliştirilmiş olup, bunlar 4 ana grupta toplanmıştır (1,6).

1- Koşu-bandı egzersizi: Bu sistemde, atlara hızı azar azar artan koşu bandı üzerinde yaptırılan egzersizler esnasında bağlanan çeşitli aparatlarla kan örnekleri alınabilmekte; kan basıncı, kardiyak çıkış, elektrokardiyogram hakkında bilgiler toplanabilmektedir. Böylece bir çok submaksimal hızda fizyolojik değişikliklerin kontrolü yapılabilmektedir (6,7,16,19,22).

2-At arabalı ya da sulky egzersiz testi: Atın her zaman antrenman yaptığı ortamda kaydedici aletler araca yerleştirilir, tel ve diğer bağlantılar ata takılarak EKG kaydı alınır (1,6).

3-Radyo-telemetri sistemi: Atın her zaman antrenman yaptığı ortamda kardiyak aksiyondan ve kan basıncı transduserinden alınan elektriksel sinyallerin yükseltilip istasyondaki alıcı ve kaydedici alete gönderilmesi tekniğine dayanır (3,7,9,12,16,17,21,22).

4-Manyetik teyp kaydedici sistemi: At her zamanki rutin antrenmanını yaparken kaydedici aletler at ya da jockeye, elektrotlar ise ata takılır ve kalp verileri kasete kaydedilir. Antrenman bittikten sonra bant, playback'de deşifre edilir (1,6,14).

Her metod belli avantajlara sahip olup, kalp ritmi, kardiyak aritmiler, kan akışı gibi çok çeşitli bilgilerin egzersiz esnasında kaydedilmesi sağlanır (6). Her ne kadar bir ve ikinci metod, kalp verilerini anında merkeze

iletip verilerin incelenme imkanını verirse de, tatbik edildiğinde atın hareketleri bir miktar sınırlanır; bu yüzden 3. ve 4. metotlar tercih edilmektedir (1). Yalnız bu tür uygulamalar sırasında, koşma ya da istirahat anındaki kardiyovasküler etkilerin farklı tarzlarda olduğu unutulmamalı, koşu yolunun ve fizikal sağlık durumunun kan-kardiyovasküler sistemin egzersize cevabını etkilediği de göz önünde bulundurulmalıdır (6,15,17,23). Bu nedenle cinsiyet, yaş, vücut ölçüleri, konformasyon, performans, heyecan, beslenme yetersizlikleri ve çevre ısısı gibi çeşitli faktörlerin kardiyovasküler sisteme olan etkileri dikkate alınmalıdır (6,23). Bununla beraber, atlarda egzersiz esnasında veya bunu takiben gözlenen kardiyak aritmilerin önemi tartışmalı olsa da, bir organik kardiyak lezyonun varlığını gösterebileceği bilinmelidir (6).

#### **Egzersiz elektrokardiyogramı kayıt tekniği:**

#### **A)Egzersiz elektrokardiyogramının kaydedilmesinde tercih edilen cihazlar:**

Günümüzde yarış atlarında egzersiz elektrokardiyogramın kaydedilmesinde radyo-telemetri ve manyetik-teyp olmak üzere iki farklı sistem kullanılmaktadır.

#### **a) Radyo-Telemetri Sistemi :**

Radyokardiyograf kayıtlarının alınması için geliştirilen bu teknik, hayvan üzerine yerleştirilen bir verici aparat ve belli uzaklığa yerleştirilen bir alıcı aparattan oluşur (9, 12,17,21). Geniş antrenman yolu üzerinde koşan atların egzersiz elektrokardiyogramlarının güvenle kaydedilmesi için yüksek güçlü telemetrik vericiler kullanılmaktadır (2,21). Elektrodlardan alınan giriş sinyali elastiki kablolarla verici aparata ulaşır ve sinyal burada amplifikasyon işleminden sonra alıcı alete nakledilir. Bu tür cihazlarda toprak hattına ihtiyaç duyulmaz (9,12).

Bu gibi radyo-telemetri aletlerinin kullanımı için özel izne gerek olan yerlerde aletin bazı şartlara sahip olması gereklidir. Bunlar (2,9,10,12);

- Vericiye adapte edilen modülasyon sistemi bir 153,26 Mhz veya 169,65 Mhz radyo-frekans (RF) taşıyıcısı olan ana verici ve standart IRIG 12 kanallı alt taşıyıcısı olan FM-FM sistemi,
- 80 Hz'den daha az genişlikte bir band,
- Uygun çıkış gücüne sahip ana verici.

*Bununla birlikte bir verici aşağıdaki özelliklere de sahip olmalıdır (2):*

- Paraziter kayıtlar yüksek anten gücüne rağmen önlenememelidir,
- Ölçüleri düzenli olmalı, hafif olmalı ve jokeyin hareketlerini engellememelidir,
- Vericinin etkili kapasitesi 1000 metreden fazla olmalıdır.

Verici sistemi; bir verici, bir batarya ve bir verici anteninden ibarettir. Bu üniteler özel hazırlanmış kemer ile jokeyin beline bağlanır. Radyo-telemetri sisteminde önemli olan verici aletin özellikleridir, alıcı olarak herhangi bir aparat kullanılabilir. Alıcı ve kaydedici aletler yarış pistinin görüş sahası içinde duracak şekilde egzersiz alanının ortasına yerleştirilmelidir (2,9,12). Holmes ve arkadaşları (12), alıcı olarak kullandıkları

alete, kalp monitörü, nabız ölçer, yazıcı aparat ve gerektiğinde teyp kaydedicisi de bağlayarak radyo-telemetri vericisinden gelen sinyalleri sürekli olarak kontrol etmişlerdir.

Radyo-telemetri sisteminin başarıyla çalışmasına rağmen, kullanım güçlükleri vardır. İlk olarak, toplanan zayıf elektrikli sinyallerin yetersiz elektrod tespitinden kaynaklandığı düşünülmüşse de, kusurların ve sinyal artefaktlarının çoğu elektronik hatalardan kaynaklanmaktadır. Sistemle birlikte walki-talki sisteminin de sürekli kullanımı halinde, hoş gitmeyen ıslık seslerine neden olabilmektedir. Hayvanın baş hareketleri de vericide problemler çıkarabilmekte, bunları önlemek için 1 mV=1 cm değişiklik yapan filtreler takılmaktadır (10,11,12).

Radyo-telemetrik vericinin kullanımını olumsuz etkileyen etkenler şunlardır (2,10,12);

1-Aletler elektronik olarak çok kompleks yapıları olup iyi dizayn edilmediklerinde güvenilir sonuç vermezler ve iyi bakım gerektirirler. Radyo-telemetri, binalar ya da verici ile alıcı arasındaki diğer objeler gibi obstrüksiyonlardan, aynı radyo frekansında yayın yapan diğer sinyallerden ya da parazitlerden etkilenirler. Yarış atları her zaman egzersizlerini geniş bir antrenman yolunda yaptıkları için yüksek verici güçlü radyo-telemetriklerin kullanılması gerekmektedir. Bu tür cihazların kullanılması ise genellikle Radyo-Kanununun kontrolü altında olup, egzersiz EKG'sının kaydedilmesinde kullanımı zor olmaktadır.

2-Radyo-telemetri sistemi bir anlık ani bilgilerin tespit edilmesine olanak tanırken, egzersiz deneyinde alınan bilgiler manyetik teyp kaydedicisi gibi istenildiği zaman kontrole uygun olmadığından, o anda değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle elde edilen verilerin derhal ele alınacak kadar geniş olması gerekmekte ve araştırmacılar tarafından gerekli kayıtların tutulabilmesi için yeterli uzunlukta kayıt kağıtlarının kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Kağıt hızının yavaşlatılması ile kayıt kağıdındaki bilgilerin sıkıştırılması ise kayıta önemli detayların kaybolmasına sebep olmaktadır.

3-Radyo-telemetri sisteminde elde edilen verilerin atın egzersiziyle birlikte sürekli olarak gözlenmesi güçleşmektedir. Bu sınırlamalar ve teyp kaydının kontrolünün boş zamanlarda dahi yapılabilmesi gibi açık avantajlara sahip olması yüzünden laboratuvarında, taşınabilir manyetik teyp kayıt sistemi geliştirilmiştir.

#### **b) Stereo-Kaset Teyp Kayıt Sistemi**

Egzersiz esnasındaki atların elektrokardiyografik kontrollerinin yapılmasında manyetik-teyp kayıt sistemi de kullanılabilir. Bu yöntemle alınan kayıtlar sayesinde, atların egzersiz esnasındaki kalp ritmi ve ventriküler aritmileri gözlenebilmekte ve istenildiğinde kağıt üzerine yazdırılabilmektedir (1,8,10,12,14).

Radyo-telemetri sistemiyle EKG'nin kaydı birçok durumda başarılı sonuçlar vermesine rağmen, stereo teyp kayıt sistemi ile daha iyi kalitede kopya edilebilir sonuçlar alınmaktadır (2,10,12,13). Bu alet saha şartlarında güçlü ve güvenilir bilgiler sağladığı gibi atın ya da binicinin

hareketlerinden ve mekanik titreşimlerden etkilenmez (10,12). Bununla birlikte, bu sistem anlık bilgilerin tespit edilmesinde yetersiz olma gibi bir dezavantaja sahiptir. At pratiğinde egzersiz elektrokardiyografisinin kullanılması sonucu, ani oluşan bilgilerin algılanabilmesinde radyo-telemetrik sistemin manyetik teyp kaydedici sistemden çok daha faydalı olduğu görülmüştür. Çünkü egzersiz halindeki atlarda, hem fiziksel aktiviteleri hem de egzersiz elektrokardiyogramını aynı anda gözlemek gerekmektedir (2,12).

Manyetik-teyp kayıt sisteminde kullanılan cihaz bir paket içine yerleştirilerek, jokeyin arkasına takılabilmektedir (1,8,10,13,14). Bu sistemde teybin bir bandı EKG traselerini kaydederken diğer bandı jokeyden gelen sözlü izahatları kaydeden bir stereo teyp kaydedicisi gibi kullanılır. Bu işlem at hızının ve çalışma oranının anlatılmasıyla eforun şiddetinin tespit edilmesi sayesinde EKG traselerinin daha iyi değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır (10).

Çift modülasyon sistemi Fenelore ve Mc Donald (8) tarafından geliştirilen devreye dayanır. Sistemde kullanılan taşıyıcı dalganın özelliği sebebiyle manyetik teybin bir yönünde aynı anda iki sinyalin kaydedilmesi mümkün olmaktadır (10,14). Pratikte 1 Khz taşıyıcı dalganın süresince her bir yarım dalga periyodu EKG amplifikatörü ile modüle edilirken her diğer yarım dalga periyodu modüle edilmeden bırakılır. Taşıyıcının her iki yarısı da, teyp kaydedicisinin mekanik titreşiminden kaynaklanan benzer parazitlerden etkilenmektedir. Bu sebeple bir çok alette mekanik titreşimler için çok uygun olan sürücü mekanizması bulunur (10,13,14).

Taşıyıcı dalgaların yarımalarını ayırma özelliği olan playback'de demodülasyondan sonra izlenebilmekte ve istenildiği zaman konvansiyonel basit kanal elektrokardiyograf girişi kullanılarak kalıcı EKG kaydı alınabilmektedir. Bu teknik sayesinde teyp kaydedicisinin mekanik titreşiminden kaynaklanan artefaktlar ile bütün yaygın moddaki parazitler de elimine edilebilmektedir (10,12,13,14).

#### **B) Elektrodların seçimi ve yerleştirilmesi :**

Yarış atlarında egzersiz esnasında elektrokardiyografik kontrollerin yapılabilmesi ve elektrokardiyogramın başarıyla kaydedilmesi için, uygun tarzdaki elektrodların kullanılması ve tespit edilmesi gerekir. Başarılı bir elektrod sistemi için aranan şartlar şunlardır (2,9,10,12,15,21):

- Elektrod yerlerindeki kıllar kesilmemeye çalışılmalıdır,
- Elektrodlar deri yüzeyinden ayrılmamalıdır,
- Eğer yapışkan kullanılıyorsa, terleme ya da yağmurdan etkilenmemelidir,
- Yapışkan, deriyi irrite etmemelidir ve testin sonunda kolayca çıkarılabilmelidir,
- Elektrodlar atın hareketlerini kısıtlamamalı ve egzersiz sırasında elektrod üzerinde gerilimin olmamasına dikkat edilmelidir,
- Kas kontraksiyonları ile ilgili etkileşme minimum düzeyde olmalıdır.

Beşeri amaçla üretilmiş piyasada mevcut elektrodların denenmesinden sonra, bu şartları

taşımadıkları görülerek bazı araştırmacılar tarafından yeni elektrod tipleri dizayn edilmiş ve kullanılmıştır. Bu amaçla, Hall ve arkadaşları (10), farklı yapışma tarzına sahip, yaklaşık 2 cm çapında halka şeklinde saf gümüş disklerden oluşacak şekilde yapılmış elektrodları geliştirmişler ve bu elektrodlarda kullanılan oldukça kalın elektrod pastasının elektriksel kontakta izin verdiğini tespit etmişlerdir. Amada ve Koike (2), 16 mm çapında ve 0,8 mm kalınlığında yapılmış alman gümüş levhasından oluşan ve bir yüzü emaye ile izole edilmiş elektrodları kullanmışlardır. Elektrodun iç kısmı elektrod jeli ile depo şeklinde doldurularak örtülmekte ve yapışkan ajanlar elektrodun deriye yapışacak olan kenar kısımlarına uygulanmaktadır. Heider (11) bu amaçla deri yüzeyine yerleştirilen gümüş plak elektrodlarını kullanmıştır. Deroth ve Theirien (5) ise, kabloların uzunlukları ve ağırlıkları, aligatör klipslerin uyguladığı basınç, yerleştirilen elektrodlardaki zayıf elektriki temas ve hareketli artefaktlar gibi problemleri ortadan kaldırmak için hayvanın sırtına yerleştirilen elektrod-eyer sistemini uygulamışlardır.

Araştırmacılar tarafından egzersiz elektrokardiyogramının kaydedilmesi için kullanılan elektrotlar hayvan üzerinde farklı noktalara yerleştirilmiştir. Bu amaçla Amada ve Koike (2) tarafından, elektrod yerleri olarak alın (indiferent elektrod) ve xiphoid kartilago üzerinde median çizgiye yerleştirilen kuşağın takriben 10 cm arkası (diferent elektrod) seçilmiştir. Hall ve arkadaşları (10) elektrod yeri olarak alın (indiferent elektrod) ve belin ortasını (araştırmacı elektrod) kullanmışlardır. Ross (20) ise, apiko-basal derivasyonu kullanmıştır. Heider (11) bu amaçla, os nasale de burun ve regio xiphoida'da göğüs altı elektrod yerini seçmiştir. Bazı araştırmacılar (4,18) ise, elektrotların bir tanesini altına, iki tanesini ise kelebeklerle deriye uygulamışlardır. Bu kelebeklerden birini sol tarafta spina scapulanın dorsoline gelecek şekilde 9. interkostal boşluğa, diğerini ise sağ tarafta 4. interkostal boşluğa gelecek şekilde regio xiphoida'ya uygulamışlar ve bu şekilde bipolar göğüs derivasyonunu kullanmışlardır. Holmes ve arkadaşları (12) ise, bir çok farklı elektrod yerinin denenmesinden sonra, rutin olarak kullanım için birinci elektrod yeri olarak (üst elektrod), boynun sol tarafında, skapulanın ön açısının hemen kranialindeki tepe noktasının hemen altına gelen noktayı, ikinci elektrod yeri olarak (alt elektrod), xiphoid kartilagonun hemen üzerindeki orta hatta gelen noktayı seçmişlerdir.

#### **SONUÇ**

Burada verilen bilgiler ile, yarış atlarında egzersizin kardiyak yanıtını gözlemek için yapılan çalışmalarda geliştirilen teknikler ve bu tekniklerin uygulanması esnasında karşılaşılan güçlükler geniş olarak rapor edilmiştir.

Atlar üzerinde yapılan bu tür çalışmalar sayesinde, gerek çevresel gerekse kardiyovasküler doğal stres faktörleri etkisi altındaki gerçek yarış performansı gözlenebilmekte, aynı zamanda istirahat halinde semptom vermeyen kalp rahatsızlıkları da ortaya çıkarılabilmektedir.

Bununla birlikte bu amaçla kullanılmakta olan radyo-telemetrik kayıt sisteminin gerek kullanım güçlüklerinin bulunması gerekse Radyo-kanunun kontrolü altında olması sebebiyle, günümüzde manyetik-teyp kayıt sistemi tercih edilmektedir.

#### KAYNAKLAR

1. **Amada A. (1974):** A Portable Electrocardiograph with a Magnetic Tape Recording System for the Horse During Exercise. *Advances in Animal Electrocardiography*, 7: 28-34.
2. **Amada A., Koike N. (1980):** A Specially Made Transmitter for Recording of Exercise Electrocardiograms In The Racehorse by Radiotelemetry, *Bull. Equine Res.Inst.*, 17: 32-38.
3. **Banister E.W., Purvis A.D. (1968):** Exercise Electrocardiography in the Horse by Radiotelemetry. *JAVMA.*, 152,7: 1004-1008.
4. **Bassan L., Ott W. (1967):** Radio-telemetrische Untersuchungen der Herzschlag Frequenz beim Sportpferd in Ruhe und in allen Gangarten (Schritt, Trab, Gallop), *Eingegangen am*, 14: 57-75.
5. **Deroth L., Therien A. (1978):** Electrode-saddle for Electrocardiogram Recording in Large Animals, *Can. Vet. J.*, 19:248-249.
6. **Detweiler D.K., Patterson D.F., (1972):** The Cardiovascular System. *Equine Medicine and Surgery*, American Veterinary Publications Inc. Illinois. Chapter 10, Second Edition., 331-333.
7. **Evans D.L., Rose R.J. (1988):** Determination and repeatability of Maximum Oxygen Uptake And other Cardiorespiratory Measurements in the Exercising Horse, *Equine Vet. J.*, 20,2: 94-98
8. **Fenelon A.R., McDonald R.D. (1968):** Method of recording l.f. data on a standart tape recorder using p.w.m. techniques. *Electronic Engineering*. March, 145-149.
9. **Freign G.F. (1967):** Radioelectrocardiography in Horses. *The Pennsylvania Veterinarian*, December, 7-10.
10. **Hall M.C., Fenelon A.R., McDonald R.D., Steel J.D. (1975):** Cardiac Monitoring During Exercise Tests In The Horse. *Australian Veterinary Journal*, 51: 547-553.
11. **Heider K. (1982):** Abhängigkeit der EKG-zeitparameter von der Herzschlag Frequenz und Bedeutung der Belastungs Elektrokardiographie in der Herz-Kreislaufdiagnostik beim Pferd, Zurich.
12. **Holmes J.R., Alps B.J., Darke P.G.G. (1966):** A method of radiotelemetry in equine electrocardiography, *79,4: 90-94.*
13. **Holmes J.R. (1969):** A Method of Vectorcardiogram Loop Portrayal, Reprinted from *Equine Veterinary Journal*, 2,1
14. **Krzywanek H., Wittke G., Bayer A., Borman P. (1970):** The Heart Rates of Thoroughbred Horses during a Race. *Equine Veterinary Journal*, 2,3: 115-117.
15. **Marsland W.P. (1968):** Heart rate response to submaximal exercise in the Standardbred Horse. *Journal of Applied Physiology*, 4,1: 98-101.
16. **Martin B.B., Reef V.B., Parente J., Sage D. (2000):** Causes of poor performance of horses during training, racing, or showing: 348 cases (1992-1996). *JAVMA*, 216,4::554-558.
17. **Maxson-Sage A., Parente E.J., Beech J., Lindborg S., May R.R., Teleis D.C. (1998):** Effect of high-intensity exercise on arterial blood gas tensions and upper airway and cardiac function in clinically normal Quarter Horses and horses heterozygous and homozygous for hyperkalemic periodic paralysis. *Am J Vet Res.*, 59,5: 615-618.
18. **Okuda Y. (1980):** Grazing Behavior and Heart Rate of Young Thoroughbreds on Pasture, *Bulletion of Equin Research Institute*, 17: 8-20.
19. **Rose R.J., Hendrickson D.K., Knight P.K. (1990):** Clinical exercise testing in the normal Thoroughbred racehorse. *Australian Vet J.*, 67,10: 345-348.
20. **Ross J.N. (1963):** Equine Cardiac Arrhythmia Study, *The Speculum*, 13-16.
21. **Senta T., Smetzer D.L., Smith C.R. (1970):** Effects of Exercise on Certain Electrocardiographic Parameters and Cardiac Arrhythmias in the Horse. A Radiotelemetric Study. *The Cornell Veterinarian*, LX,4: 552-569.
22. **Southwood L.L., Evans D.L., Hodgson D.R., Bryden W.L., Rose R.J. (1993):** The effect of roughage source on exercise performance and metabolism in thoroughbred horses. *Cornell Vet.*, 83,3: 243-255.
23. **Stewart G.A. (1980):** The use of ECG to Estimate Heart Weight and Predict Performance in the Racehorse, *Australian Veterinary Journal*, 56: 558-559.