

A. Ü. Tıp Fakültesi Fizik Kürsüsü

KÖPEKLERDE ELEKTROANESTEZİ VE ELEKTRİKLE UYUTMA *

(80 deneylik bir serinin sonuçları)

Ziya Güner **

İsmail Kayabak***

GİRİŞ

Temel bilimler ve teknolojinin geliştirdiği gözlem ve uygulama araçları, hiç şüphesiz, hekimlerimizi medikal olaylar karşısında daha güçlü ve daha becerikli bir düzeye ulaştırmaktadır.

Son yıllarda medikal uygulama alanına girmiş bulunan ilginç ve güçlü metodlardan biri de elektroanestezi ve elektrikle uyutmadır.

Bu çalışmada elektroanestezinin bu günkü durumu ve Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesinde geliştirdiğimiz elektroanestezi cihazı ve bu cihazla yaptığımız bazı deney sonuçları açıklanmıştır.

Elektroanesteziye kullanılmakta olan metodların hepsi henüz tamamen giderilmemiş bazı kusurlar arz etmektedir. Bu kusurlar başlıca (1), eksitasyon döneminde opusthatonos, convulsion ve laryngospasm ortaya çıkması (2); analgesia'nın sağlanmış olmasına rağmen tam yeterli bilinçsizlik halinin sağlanamaması ve kas reflekslerinin giderilememesidir. Geliştirdiğimiz vurulu gerilim ve üç elektrot uygulama tekniği ile, eksitasyon döneminde ortaya çıkan olaylardan kurtulmak mümkün olmuştur.

1. ELEKTROANESTEZİ VE ELEKTRİKLE UYUTMANIN ÖNEMİ :

Elektroanestezi, beyinden elektrik akımı geçirerek sağlanan anestezi şeklidir. Elektrikle uyutma ise yine beyinden elektrik akı-

* Bu yazının iki elektrot tekniği ile ilgili bölümü, Ankara I cı Transplantasyon Simpozyumunda tebliğ edilmiştir. Bu yazının tamamı XXI. Milli Türk Tıp Kongresinde tebliğ edilmiştir.

** A. Ü. Tıp Fak. Fizik Kürsü Doçenti.

*** A. Ü. Tıp Fak. 3. Şiirürji Kliniği öğretim üyesi.

mı geçirerek sağlanan uyku şeklidir. Bu güne kadar yapılmış olan araştırma sonuçlarına göre, elektroanestezi ve elektrikle uyutmanın temel özelliklerini şöyle sıralayabiliriz (1, 2, 3):

a) Bütün türlere uygulanabilir.

b) Oldukça az araç kullanmayı gerektirir.

c) Anestezi oldukça çabuk sağlanır.

d) Elektroanestezi organizmanın hayati fonksiyonlarında, derin ve irreversibl değişiklikler meydana getirmemektedir. Fizyolojik değişiklikler, süjenin tahammülü dışında değildir.

e) Elektrik akımı kesilince uyanma bir kaç dakika içinde olmaktadır.

f) Postoperatif devreyi zorlaştıracak bir ilâç kalıntısı yoktur.

g) Doz ayarı oldukça kolaydır.

Elektroanestezinin gösterdiği bu temel özellikler ideal bir narkotığe en iyi şekilde uymaktadır. Ayrıca farmakolojik narkotiklerin kullanılmadıkları vak'alarda, elektrik akımı ile anestezinin sağlanabilmesi, elektroanestezi uygulamalarına büyük önem kazandırmıştı. Bu bakımdan elektroanestezi çalışmalarına bir çok ekip tarafından, bilhassa Rusya ve Amerika'da yoğun bir şekilde devam edilmekte ve mahiyeti tam olarak anlaşılmaya çalışılmaktadır.

2. YÜZEYEL ELEKTRODLARLA GERİLİM UYGULAMA- DA BEYİNDE ELEKTRİK AKIMI DAĞILIMI

Elektroanestezi ve elektrikle uyutma uygulama ve araştırmalarında beyinden elektrik akımı, kafatasına bitemporal, frontooccipital veya oraoccipital şekilde yerleştirilmiş elektrotlara elektrik gerilimi uygulayarak geçirilmektedir.

Bu konuda yapılmış olan deneyler, elektrik akımı geçirilen süjenin vücudunun hacimli elektrolitik iletken (volume conductor) özelliği gösterdiğini ortaya koymuştur.

Fizik bilimince, elektrolitlerde elektrik akımının artı ve eksi iyonların hareketi sonucu oluştuğu kesinlikle bilinmektedir ve elektrolit içinde bir noktadaki akım yoğunluğu (birim alandan geçen akım şiddeti), kurulan elektrik alan şiddetine ve iyon hareketliliğine (mobility) bağlıdır ve nicel olarak, akım yoğunluğu,

$$J = (\sum n^+ z^+ e_{\mu^+} + \sum n^- z^- e_{\mu^-}) E$$

şeklinde ifade edilir. Burada n birim hacmindeki iyon sayısı, Z iyon değeri, μ iyon hareketliliği, E ise elektrik alan şiddetidir. Seçilen bir noktada, elektrik alan şiddeti, potansiyel gradientine eşit olduğundan beyinde akım yoğunluğu dağılımının hesaplanabilmesi, potansiyel fonksiyonunun bilinmesini gerektirir.

Elektrik akımı uygulanan süjenin vücudu, bir hacim iletkeni (volume conductor) olduğundan akım yoğunluğunun dağılımı, kurulan elektrik alanına bağlı olarak elektrot konumlanmasına, ortamın iletkenlik özelliğine ve biçimine göre değişir.

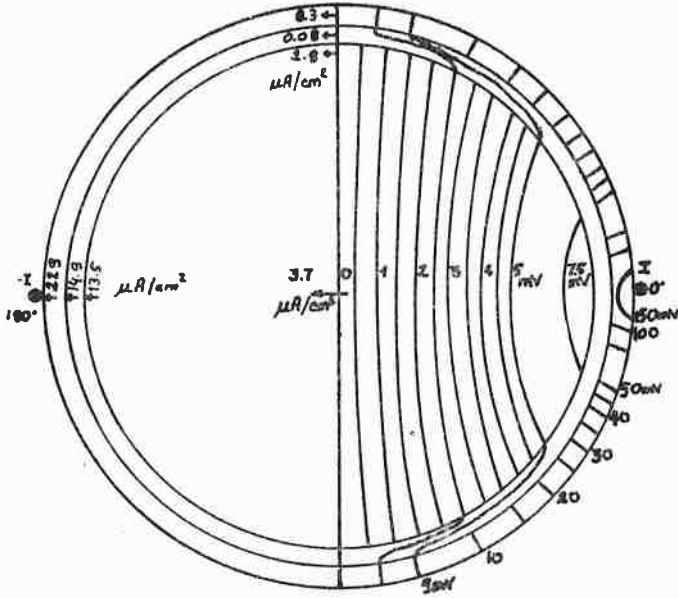
S. RUSH (4) Üç - küre modelinden (three - sphere model) yararlanarak, insan beyni için gerekli potansiyel fonksiyonunu teşkil etmiş ve akım yoğunluğunu hesaplamıştır. Kullandığı potansiyel fonksiyonunun matematik ifadesi,

$$\Phi = \frac{I}{2\pi\sigma_t c} \sum A_n \left(\frac{r}{c} \right)^n \left[P_n(\cos \theta_A) - P_n(\cos \theta_B) \right]$$

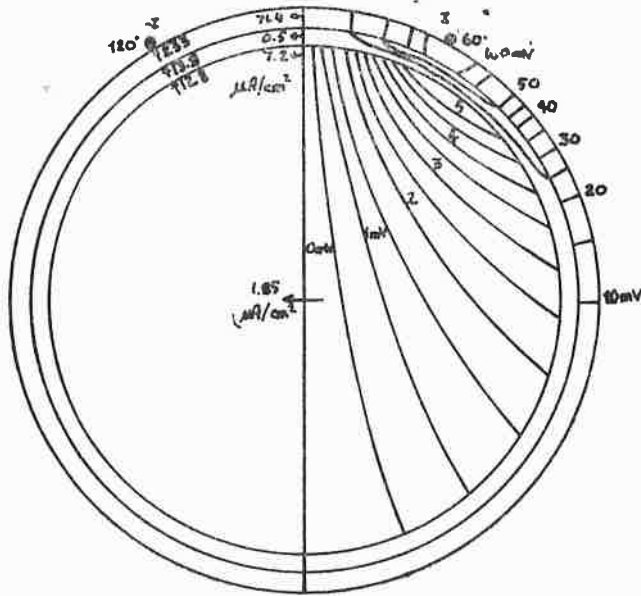
şeklinde dir. Burada, I akım şiddeti, σ kafa derisinin iletkenliği, C başın yarıçapı, r seçilen bir noktanın beyin merkezinden uzaklığı, θ_A ve θ_B gerilim uygulama elektrotlarını beyin merkezine birleştiren doğrultular ile r arasındaki açılar ve $P_n(\cos \theta)$ ise n 'inci mertebeden Legendre polinomudur.

A_n sabitinin değeri,

$$A_n = \frac{1}{\left[\frac{\sigma_s}{\sigma_t} + 1 \quad n + 1 \right] \left[\left(\frac{\sigma_s}{\sigma_t} + 1 \right) n + 1 \right]} \frac{(2n + 1)^3}{2n} \\ + \left(\frac{\sigma_b}{\sigma_s} - 1 \right) \left(\frac{\sigma_s}{\sigma_t} - 1 \right) n(n + 1) \left(\frac{a}{b} \right)^{2n+1} \\ + \left(\frac{\sigma_s}{\sigma_t} - 1 \right) (n + 1) \left[\left(\frac{\sigma_b}{\sigma_s} + 1 \right) n + 1 \right] \left(\frac{b}{c} \right)^{2n+1} \\ + \left(\frac{\sigma_b}{\sigma_s} - 1 \right) (n + 1) \left[\left(\frac{\sigma_b}{\sigma_t} + 1 \right) (n + 1) - 1 \right] \left(\frac{a}{c} \right)^{2n+1}$$



(a)



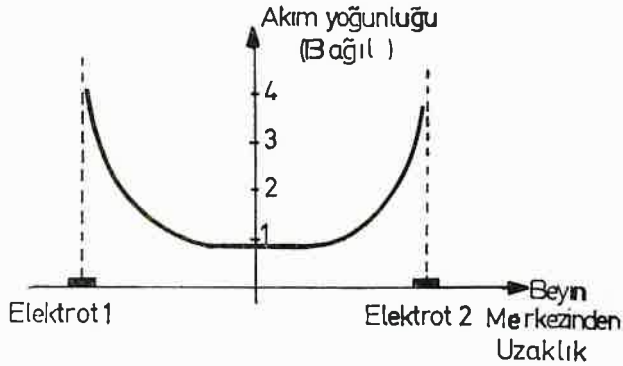
(b)

Şekil: 1 — Eş potansiyelli yüzeylerin teşekkülü. Eş-potansiyel yüzey çizgilerinin seyrek olduğu yerde akım yoğunluğu küçük, sık olduğu yerlerde ise daha büyüktür.

dir. Bu ifadede σ_b ve σ , beyin ve kafatası iletkenlikleri, a ve b ise beyin ve kafatası yarı çapıdır. Akım yoğunluğunun hesaplanması için teşkil edilen bu denklem oldukça karışıktır ve elektronik hesap makinesi ile hesaplamayı gerektirmektedir.

Bu denklemler kullanılarak hesaplanmış ve model üzerinde yapılan denel ölçü sonuçları ile tutarlı olduğu gösterilmiş olan elektrik eş potansiyel yüzeylerinin elektrot konumlanmasına göre değişimi (Şekil : 1, a ve b) de gösterilmiştir.

Aynı denklem sonuçlarına göre, akım yoğunluğunun gerilim uygulama elektrotları doğrultusundaki değişimi (Şekil : 2) de gösterilmiştir. Akım yoğunluğu, elektrotların yakın çevresinde oldukça büyük, beyin merkezine yaklaştıkça küçülmektedir. Akım yoğunluğunun, beyin merkezinden itibaren, gerilim uygulama elektrotlarına dik doğrultudaki değişimi (Şekil : 3) te gösterilmiştir. Akım yoğunluğu, beyin merkezinden uzaklaştıkça küçülmektedir.



Şekil: 2 — Gerilim uygulama elektrotları doğrultusunda akım yoğunluğu değişimi



Şekil: 3 — Beyin merkezinden elektrot doğrultularına dik uzaklaşmada akım yoğunluğu değişimi

J. TATJUND ve R. H. SMITH (5), Elektroanestezi dönemlerinde yaptıkları EEG gözlemleri ile elektroanestezinin, elektrik akımının thalamus üzerinde overstimulation etkisi sonucu hasıl olduğunu ve sağlanan uyku ve anestezi dönemlerinin, akım şiddetine bağlı kaldığını göstermişlerdir.

Bu çalışma sonuçlarına göre elektrik akımının anestetik etkisinin, başlıca, beyinde akım yoğunluğu dağılımına bağlı olduğu meydana çıkmaktadır. İstenilen bir anestetik dönem ancak, beynin thalamus bölgesinde belli bir akım yoğunluğuna ulaşılarak sağlanabilir. Bu bakımdan elektroanestezi uygulamalarında, elektrot konumlanması ve akım şiddeti ayarı önem arz etmektedir.

Laboratuvarda, silindirik hacim iletkeni üzerinde deneyler yapılarak, akım yoğunluğu dağılımını inceledik. Bu amaçla, 4 cm. yükseklikte ve 5 cm. yarı çaplı silindir biçimli cam kaplar seçilmiş ve elektrolit olarak serum fizyolojik kullanılmıştır. Akım yoğunluğu, potansiyel gradienti ölçüleri ile tayin edilmiştir. Hesaplamalar

$$J = \sigma \frac{\Delta v}{\Delta l}$$

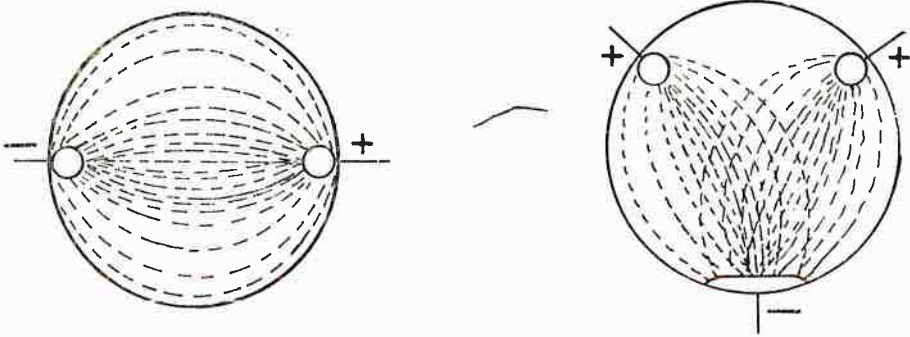
bağıntısı kullanılarak yapılmıştır. Bu ifadede J akım yoğunluğu, σ öz iletkenlik, Δl seçilen yakın iki nokta arasındaki uzaklık, Δv ise bu iki nokta arasındaki potansiyel farkıdır.

Deneyler, hacim iletkeninde akım yoğunluğu dağılımının elektrot konumlamasına ve elektrot sayısına bağlı olarak değiştiğini ortaya koymaktadır. (Şek. 4 a) da iki elektrotla gerilim uygulamada, (Şek. 4 b) de ise, üç elektrotla gerilim uygulamada akım yoğunluğu dağılımının gösterdiği özellikler, şematik olarak, akım çizgileri ile gösterilmiştir.

Akım çizgilerinin sık olduğu yerlerde akım yoğunluğu daha büyük değerlere ulaşmaktadır.

(Şekil : 4 b) de belirtildiği gibi, üç elektrot uygulama tekniği ile hacimli iletkenin merkez bölgesinde akım yoğunluğunu yeterince arttırmak mümkün olmaktadır. Üç, elektrotla gerilim uygulamada sağlanan diğer önemli bir özellik, ortam çevresinde ve

elektrot civarında oluşan akım yoğunluğunun, iki elektrotla gerilim uygulamaya nazaran, yarı yarıya daha küçük olmasıdır.

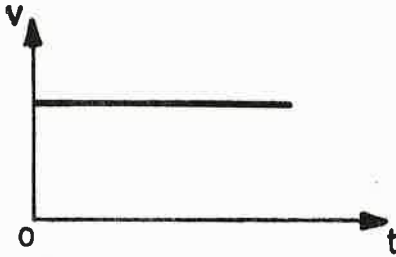


Şekil: 4 — Hacim iletkeninde, iki elektrot ve üç elektrotla gerilim uygulamada, akım yoğunluğu dağılımı

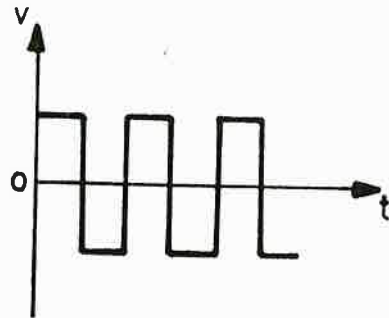
Üç elektrotla gerilim uygulamada, süjenin başına iki artı elektrodu bitemporal, üçüncü elektrodu ise occipital bölgeye uygulayarak, thalamusdan geçen akım yoğunluğunu arttırmak ve beyin kabuk tabakasından geçen akım yoğunluğunu daha küçük bir değerde tutmak mümkündür. Beyin kabuk tabakasında oluşan akım yoğunluğunun küçük kalması, eksitasyon olayından kurtulmayı mümkün kılmaktadır.

3. ELEKTROANESTEZİDE KULLANILAN BAŞLICA ELEKTRİK GERİLİMİ BİÇİMLERİ :

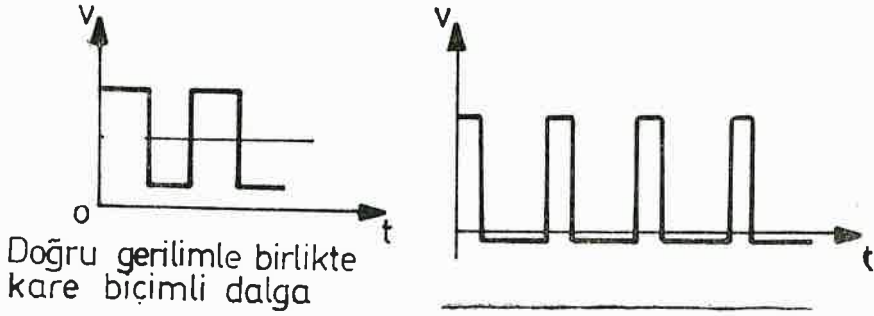
Elektroanestezi uygulamalarında çoğunlukla kullanılan başlıca gerilim dalga biçimleri (Şekil : 5, a), (Şekil : 5, b), (Şekil : 5, c), (Şekil : 5, d) ve (Şekil : 5, e) de gösterilmiştir.



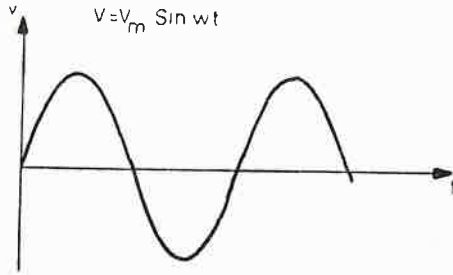
Şekil: 5/a — Doğru gerilim.



Şekil: 5/b — Kare biçimli gerilim

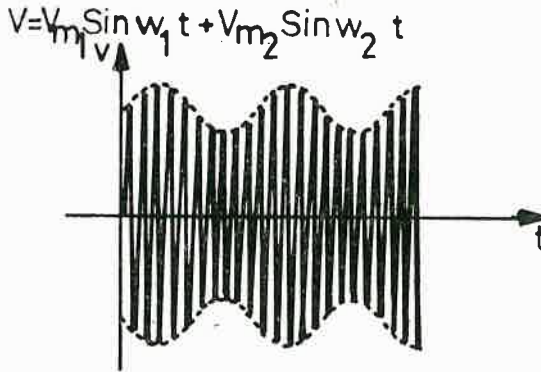


Şekil: 5/c — Puls biçimli gerilim



Şekil: 5/d — Sinüzoidal gerilim

(Şekil : 5) de belirtilmiş olan elektrik gerilimleri elektronik cihazları ile elde edilebilmektedir. Biz deneylerimizde (Şekil : 5, e) de kullanılan gerilim biçimini uyguladık. f_1 ve f_2 frekanslı iki geri-

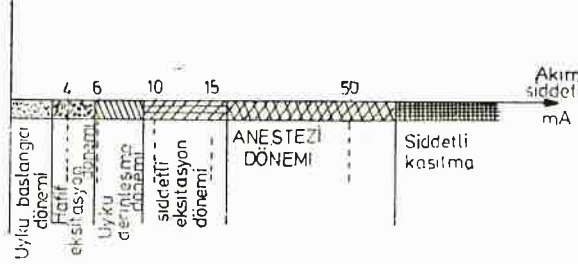


Şekil: 5/e — Vurulu gerilim (iki sinüzoidal gerilimin toplamı ile elde edilir, beating voltage).

limin toplamı ile elde edilebilen bu gerilim, f_1 , f_2 , $(f_1 + f_2)$ ve $(f_1 - f_2)$ frekanslı bileşen gerilimleri ihtiva eder. f_2 frekansını değiştirerek $f_1 - f_2$ farkını istenilen bir değere ayarlamak, ayrıca f_2 veya f_1 frekanslı gerilimlerin genliklerini değiştirerek $(f_1 - f_2)$ bileşeninin genliğini kolayca değiştirmek mümkün olmaktadır.

4. BEYİNDEN GEÇİRİLEN ELEKTRİK AKIMININ ANESTETİK ETKİ DÖNEMLERİ :

İki elektrotlu uygulama ile beyinden geçirilen elektrik akımının uyku ve anestetik etki dönemleri, akım şiddetine bağlı olarak (Şek. 6) da şematik olarak gösterilmiştir. Köpeklerde 20 ilâ 60 ma. arasında anestezi sağlanabilmektedir.



Şekil: 6 — İki elektrot tekniği ile köpek beyninden geçirilen elektrik akımının uyku ve anestetik etki dönemleri

Her hangi bir dönemde akım şiddetinin ani değişimi, eksitasyona sebep olmakta, bunu önlemek için otomatik kontrollü sabit akım güç kaynakları ile çalışmak en uygun düşmektedir.

5. FİZYOLOJİK, HEMATOLOJİK VE BİYOKİMYASAL ARAŞTIRMA SONUÇLARI :

V. D. Zhukovskii ve arkadaşları (3), elektroanesteziye cytogenic (hücre) emniyetinin mevcudiyetini göstermişlerdir.

M. I. Kuzin ve arkadaşları (6), ultrastrüktürel (elektron mikroskobu) incelemelerle elektroanestezi sonucu, reversibl karakterde intrasellüler ödem (oedemas), membran strüktür depolarizasyonu ve dyssinapsia meydana geldiğini ve elektrik akımı kesildikten yaklaşık 6 saat sonra bunların tamamen kaybolduğunu ortaya koymuştur.

D. H. Reigel ve arkadaşları (7), midede bazal asit salgısında düşme olduğunu, serum ve beyin elektrolitlerinde ise tespit

edilebilecek bir değişme meydana gelmediğini ve sellüler seviyede metabolik stabilitenin korunduğunu göstermiştir.

V. Sinz ve arkadaşları (8), toplar damar kanında oksijen satürasyonu düşüşüne karşılık arter O_2 satürasyonunda artma meydana geldiğini ve kan şekerinin yükseldiğini göstermişlerdir.

A. Herin (9), thrombocyte hacminde, homogloblin ve beyaz hücre sayısında artma, kan pH sinde hafif bir düşüş, yedek alkalide azalma, kan şekerinde artma gözlemiştir.

V. C. Yhukovskii ve arkadaşları (10), Eter + oksijen anesteziinde kandaki 17 - Oxycorticosteroid seviyesinin elektroanestezidekinden daha düşük olduğunu bulmuşlar, bunu elektrik akımının karaciğerde hormon inaktivasyonuna sebep olduğuna atfetmişlerdir. Elektroanestezide idrar catecholamine'leri seviyesinin, eter + oksijen anestezisindekinden bir hayli yüksek olduğunu tespit etmişler ve elektrik akımının sympatho-adrenal sistemi, eterden daha fazla aktive ettiğini ileri sürmüşlerdir. Elektrik akımı kesilir kesilmez noradrenalin seviyesinin normalin hemen altına düştüğünü denel olarak göstermişlerdir.

Bu çalışmalar elektroanestezinin güvenlikle uygulanabileceğini, kesinlikle ortaya koymaktadır.

6. ELEKTROANESTEZİDE HENÜZ ÇÖZÜMLENMEMİŞ ZORLUKLAR :

Elektroanestezide kullanılmakta olan metodların hepsi, henüz tamamen giderilememiş bazı kusurlar arz etmektedir. Bu kusurlar başlıca (1) eksitasyon döneminde opusthatonos, ihtilâç (convulsions) ve laryngospasm (hançere spazmı) ortaya çıkması; (2) analgesia'nın sağlanmış olmasına rağmen tam yeterli olmıyan bilinçsizlik hali ile birlikte adale refleksi; (3) elektrod uygulama yerinde nahoş duyum; (4) doğru gerilimle çalışmada elektrod uygulama yerlerinde yanık teşekkülü v.b. dir (1, 11).

Biz, geliştirdiğimiz vurulu gerilim ve üç elektrot uygulama tekniği ile eksitasyon dönemlerinden kurtulmayı başardık.

Belirtilen diğer zorlukları bertaraf etmek için şimdilik, düşük dozda amaca uygun farmakolojik anestetikler kullanılmaktadır.

Biz, ameliyathı elektroanestezi çalışmalarımızda belirtilen zorluklardan tam kurtulmak için, (kilogram başına 5 - 10 mgr) nesdonal kullandık.

7. METOD VE ELEKTROANESTEZİDE KULLANILAN ARAÇLAR :

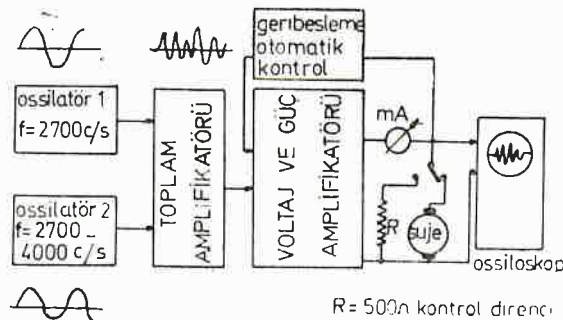
Elektroanestezi uygulamaları için geliştirilmiş çeşitli metodların özü, süjenin beyninden elektrik akımı geçirmekten ibarettir. Çeşitli araştırmacıların kullandığı metodların ayrılan yanları, kullanılan gerilim biçimi ve elektrod konumlanması farklarıdır.

Son yıllarda Rus araştırmacıları (11) dört elektrotla ve frontooccipital ve çapraz elektrot konumlanması ve çapraz elektrot çiftlerini farklı frekansta sinüzoidal gerilim verebilen ayrı güç kaynaklarından besliyerek, interferans akımı ile klinik ve denel elektroanestezi uygulamaları yapmaktadırlar.

Biz elektroanesteziye bu güne kadar denenmemiş olan vurulu gerilim uygulama metodunu geliştirdik ve a) iki elektrodu bitemporal yerleştirerek, b) güç kaynağının aynı çıkış ucuna bağlı iki elektrodu bitemporal, güç kaynağın diğer ucuna bağlı üçüncü elektrodu ise occipital nahiye yerleştirerek köpeklerde iki yoldan elektroanestezi sağladık. Üç elektrod tekniği ile thalamus bölgesinde daha büyük akım yoğunluğu sağlanabilmekte ve anestezi dönemine geçiş esnasında her hangi bir eksitasyon hali ortaya çıkmamaktadır.

Elektroanesteziye kullandığımız araçların hepsi (ossiloskop hariç) A. Ü. Tıp Fakültesi Fizik Kürsüsünde tarafımızdan geliştirilmiş ve montajları yapılmıştır.

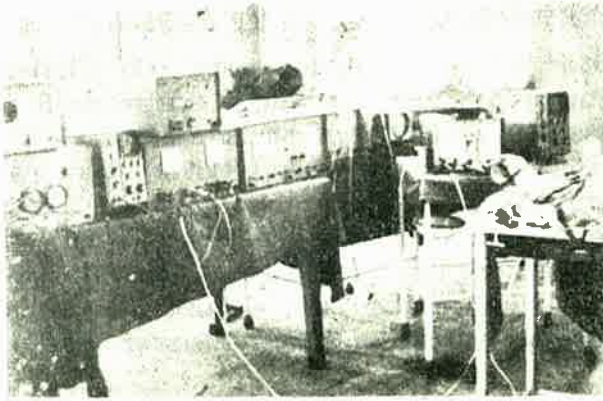
Geliştirdiğimiz elektroanestezi araçlarının genel görünümü, bir köpekde sağlanmış elektroanestezi sırasında alınmış olan (Şekil 7) deki fotoğrafta görülmektedir. Fotoğrafta sağ ön planda, elektro-



Şekil : 7 — Elektroanestezi cihazı blok şeması.

narkoz altındaki köpek, sol taraftaki masa üzerinde elektroanestezi araç takımı ve sağ geri plandaki masa üzerinde ise basınç çevirici (pressure transducer) takımı görülmektedir.

Geliştirdiğimiz elektroanestezi araçlarının blok diagramı (Şek. 8) de belirtilmiştir. I ve II numaralı ossilatörlerden salınan sinüzoidal gerilimler toplam amplifikatöründe toplandıktan sonra elde edilen vurulu gerilim (beating voltage), voltaj ve güç amplifikatörlerinde amplifie edilip süjeye uygulanır.



Şekil : 8 — Elektroanestezi araç takımı ve bir köpek üzerine uygulama

Ayarlanmış bir akım değerinin sabit kalabilmesi için devreye otomatik akım kontrolü eklenmiştir. Ayarlanmış akım şiddetinde değişme miktarı 100 ohm başına yaklaşık 0,5 ma. kadardır.

Süjeye elektrik gerilimi uygulamadan önce 500 ohm luk bir kontrol direnci devreye sokulmakta ve sistemin normal çalışıp çalışmadığı kontrol edilmektedir. Süjenin beyninden geçen akım şiddeti bir miliampermetre ile ölçülmekte, potansiyel farkı ve bileşen frekans genlikleri bir ossiloskop yardımı ile gözlenilmektedir.

II numaralı ossilatörün frekansı değiştirilerek vuru frekansı (beat frequency), en uygun anestezi ve analjezi elde edilecek şekilde ayarlanabilmektedir.

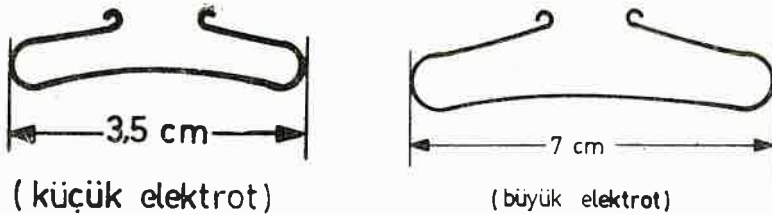
Geliştirdiğimiz elektroanestezi cihazının ayrıntılı devre şemaları Ek A, B, C, D ve E de verilmiştir.

Uyguladığımız vuru gerilimi metodunun interferans akım metoduna üstünlükleri, toplam akım şiddetini, vuru frekansını ve genişliğini, akım yoğunluğu dağılım simetrisini bozmadan ayarlamayı ve iki veya üç elektrotla çalışmayı mümkün kılmasıdır. İki veya üç elektrotla çalışmanın üstünlüğü, elektrot yerleştirme ve elektrot yerinin oynaması zorluklarının daha da azalmış olmasıdır.

Karşılaştırma amacı ile, Rus araştırmacıları tarafından uygulanan interferans akımı metodunu da denedik. Her iki metodla sağlanan anestezi yaklaşık aynı özellikleri göstermektedir.

8. ELEKTROTLAR VE TESPİT BAŞLIĞI :

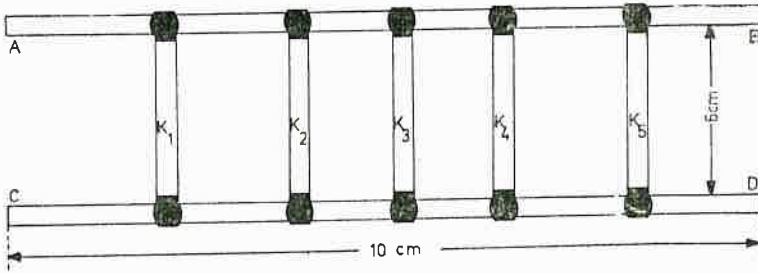
Elektrotlar 0,5 mm kalınlıkta princi ($\text{Cu} + \text{Zn}$) levhalardan hazırlanmıştır. Köpek başı için, küçük elektrotlar 8 cm boyunda 2,5 cm eninde kesilen plaklardan, büyük elektrod ise 14 cm boyunda 2,5 cm eninde kesilen plakadan (Şekil 9) daki gibi bükülerek biçimlenmiştir. Akım teli elektrotlara açık uç kısımlarından lehimlenmiştir. Elektrotların dayanma tabanı, tatbik yerine intibakı kolaylaştıracak biçimde bükülmüş ve üzeri altı kat sargı bezi ile sarılmıştır. Uygulamadan önce elektrot bezi serum fizyolojik ile ıslatılmaktadır. Metalin açık kalan kısımları plaster ile kaplanmıştır.



Şekil: 9 — Gerilim uygulama elektrotlarının biçimi

Elektrotların deneme hayvanının başına tespiti özel biçimde hazırlanmış lastik başlık yardımı ile yapılmaktadır. Lastik başlığın açık görünümü (Şekil 10) daki gibidir.

AB ve CD bağlama lastikleri yarım santimetre çaplı lastik borulardır. K_1 , K_2 , K_5 ile gösterilen parçalar, bir santimetre eninde kesilmiş lastik şeritler olup uçları, bağlama lastiklerine geçirilebilecek bir halka meydana getirecek şekilde bükülerek bağlanmıştır. Yerleri, istenildiği gibi ayarlanabilir.



Şekil: 10 — Özel lastik başlık

Başlığın deneme hayvanının başına tespiti, orta kısmı iki kulak arasına gelecek şekilde konumlandıktan sonra, bağlama lastiklerini baş etrafında dolanarak ve A ucu D ve B ucu C ile hafifce gergin olarak bağlanarak oldukça sıkı bir şekilde yapılabilir. Düğümlerin gırtlak üzerine bastırmasını önlemek için, düğüm aralarından geçirilen bir bağlama şeridinin hayvanın burun kısmı üzerine sarılıp bağlanarak tespiti gerekmektedir.

Bağlama işlemi bittikten sonra K şeritlerinin yerleri, başlık, hayvanın başını simetrik saracak şekilde kaydırılabilir. Bir şeridin ense üzerine yakın, iki şeridin occipital bölgede, iki şeridin de ön kısımda bırakılması, elektrot tespiti için, en elverişli olmaktadır.

Üç elektrotla çalışmada, büyük elektrodu occipital bölgeye, iki küçük elektrodu ise gözlerin biraz alt gerisine gelecek şekilde, lastik şeritlerin altına yerleştirilerek tespit ettik. Elektrotların tespit şekli tatmin edici olmuştur. Çalışma boyunca, elektrotların yerinden oynama olayı ile karşılaşılmamıştır.

9. ANESTEZİ SAĞLAMA TEKNİĞİ :

1 — İki elektrotla çalışmada, elektrotlar, köpeğin başına uyacak şekilde hazırlanmış ve önceden bağlanmış özel lastik başlık ile gözlerine yakın, bitemporal olarak yerleştirilir ve güç kaynağının çıkışına bağlanır.

Üç elektrotla çalışmada, elektrotlardan ikisi göz altına yakın bitemporal olarak yerleştirilir ve kaynağın aynı çıkış ucuna bağlanır. Üçüncü elektrod occipital bölgeye yerleştirilir ve kaynağın diğer çıkış ucuna bağlanır.

2 — Güç kaynağı ve ossilatörler, gerilim uygulama anahtarı 500 ohm kontrol konumunda iken kontrol edilip bileşen genlikler $2/3$ oranında, devreden maksimum 70 ma. geçecek şekilde ayarlandıktan ve vuru frekansı yaklaşık 1700 c/s yapıldıktan sonra kontrol direncinden geçen akım kazanç düğmesi ile sıfır yapılır. Sistem, süjenin beynine gerilim uygulama için hazırdır.

3 — Gerilim uygulama düğmesi, süje bağlantı konumuna getirilir.

4 — Akım şiddeti yavaş yavaş artırılır; 20 ma'e ulaştıktan sonra köpeğin anestezi dönemine girip girmediği, arka bacak üzerinden yapılan ağrı verici baskı ile kontrol edilir. Gerektiğinde akım şiddeti bir miktar daha artırılır ve vuru frekansı, köpekte tam gevşeme sağlanacak şekilde küçültülür. Vuru frekansı 750 devir/sn civarı için analjezi ve adale gevşeme tatmiktâr olmaktadır.

5 — Gerektiğinde, adale reflekslerini önlemek için, başlangıçta kilogram başına 5 - 1- mg. nesdonal, amaliyat devamınca yarım saatte bir kilogram başına 2 - 4 mg. nesdonal vermek yeterli olmaktadır.

6 — Anesteziye son vermek istenildiğinde elektrik akım şiddeti yavaş yavaş azaltılır ve kesilir.

7 — Nesdonal verilmediği hallerde uyanma 1 - 3 dakika içinde olmaktadır. Nesdonal verilmiş olduğu hallerde uyuşuk hal bir süre devam etmektedir.

SONUÇLAR

1 — İki elektrot tekniği ile 40 köpek üzerinde nesdonal verilmeden çalışılmış ve hepsinde anestezi sağlanmıştır. Köpekler 2 - 3 ma. de uyku dönemine geçmekte, 4 - 8 ma. de hafif eksitasyon, 6 - 10 ma. de daha derin uyku, 12 - 20 ma. arasında daha şiddetli eksitasyon görülmekte ve 20 - 50 ma. arasında elektronarkoz sağlanabilmektedir.

Üç elektrot tekniği ile 30 köpek üzerinde nesdonal verilmeden çalışılmış ve hepsinde anestezi sağlanmıştır. Köpekler 6 - 10 ma. de uyku dönemine geçmekte ve 20 - 50 ma. arasında elektro-

narkoz sağlanabilmektedir. Bu uygulama tekniğinde herhangi bir eksitasyon hali tesbit edilmemiştir.

2 — Entübasyon için başlangıçta 10 - 15 mg/kg. nesdonal verilen köpeklerde elektroanestezi temin edilmiş ve yukarıda belirtilen eksitasyon dönemleri gözlenilmemiştir. 80 köpek üzerinde, özel amaçla çalışan ekipler tarafından abdominal ameliyatlar yapılmıştır.

3 — Narkotik madde kullanmak gerektiğinde elektroanestezi, normalde kullanılması gerekli nesdonal miktarını $1/3$ ilâ $1/2$ oranında azaltmayı mümkün kılmaktadır.

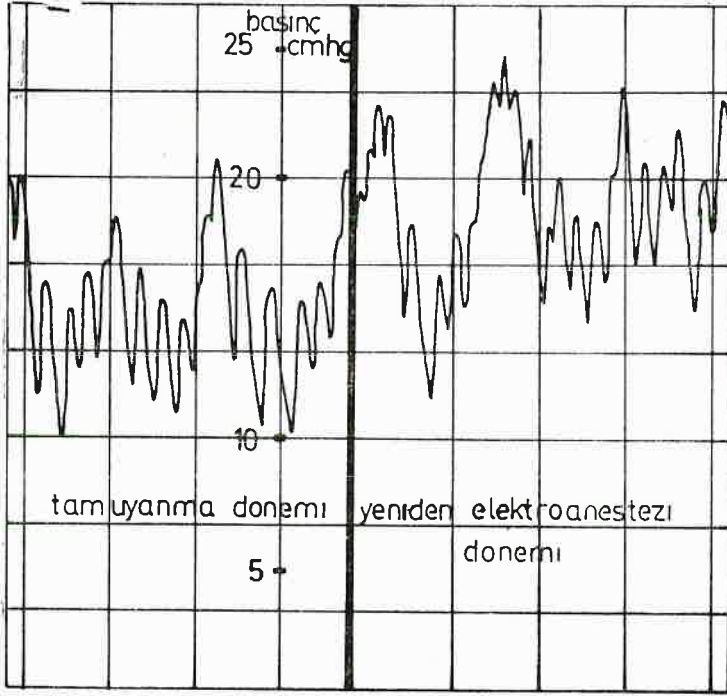
4 — Dört vak'ada belli dozda nesdonal'la birlikte sağlanan elektronarkoz altında ameliyat yapılmaya başlanırken solunum durması ile karşılaşmış, suni solunumla tekrar solunum başlatılamamış, buna karşılık beyinden geçirilen elektrik akımında şiddetli değişimler yapılarak solunum başlatılabilmektedir. Bu sonuç, elektroanestezi döneminde herhangi bir sebepten solunum durması halinde akım şiddetinde uygun değişimler yapılarak solunumu tekrar başlatmanın mümkün olduğunu göstermektedir.

5 — Arter basıncı, A. Ü. Tıp Fakültesi Fizik Kürsüsünde geliştirilmiş bir fizyolojik basınç çevirici (pressure transducer) ile ölçülmüş ve elektroanesteziye geçiş süresinde 1-2 cm. Hg. kadar arter basınç artması gözlenmiştir. Ayrıca nabız sayısı artmakta, solunum derinleşmekte ve yavaşlamaktadır.

6 — Üç köpekte, sadece elektrik akımı uygulanarak sağlanan anestezi altında, splenektomi (dalak çıkarma ameliyatı) başarı ile yapılmıştır. Bu denemede arter basıncının zaman değişim eğrileri, basınç çevirici ve servorekorder kullanılarak tespit edilmiştir. Basıncıda gözlenen periyodik ve yaklaşık 2 cm. Hg. genlikli değişimler solunum sonucu oluşmaktadır. Uyanma döneminde ortalama arter basıncının 3 cm. Hg. kadar düştüğü, elektronarkoza geçişte yine 3 cm. Hg. kadar arttığı görülmektedir.

7 — Elektroanestezi altında, karında yapılan çeşitli operasyonlarda köpeklerin gösterdiği duyarlılık şöyle olmaktadır.

a — Cilt açılırken hiç bir duyarlılık gözlenmemektedir. Kana, son derece az olmaktadır.



Şekil: 11 — Köpekte elektrianestezi sırasında arter basıncı değişimleri

- b — Periton açılırken hafif bir irkilme gözlenmektedir.
- c — Otomatik ekartör fazla gerilince duyarlık gözlenmektedir.
- d — Barsaklar biraz çekilince hafif duyarlık gözlenmektedir.
- e — Arteria hepatica çevresinde çalışılırken hafif duyarlık gözlenmektedir.
- f — Vena porta'nın disseksiyonu ve kanülasyonu işleminde her hangi bir duyarlık gözlenmemiştir.
- g — Kan alma iğnesi ile aortaya girildiği zaman ameliyeye engel teşkil etmeyen şiddette eksitasyon gözlenmektedir.
- h — Arteria hepatica disseksiyonu işleminde hafif duyarlık gözlenmektedir.

i — Diyaframa açıldığında oldukça şiddetli duyarlılık gözlenmekte ve rahat işlem için kilogram başına 5-10 mg nesdonal vermek gerekmektedir.

8 — Üç elektrot tekniği ile tavşan, kedi ve koyunlarda da elektrikle uyku ve elektronarkoz sağlanabilmektedir. Uyku veya narkoz dönemine geçişte her hangi bir eksitasyon görülmemiştir.

9 — Uzun süre elektroanestezi uygulama sonuçları tatminkar olmuştur. İki elektrot ve üç elektrot uygulamaları ile elektroanestezi 8 saat devam ettirilmiştir. 6 saat elektroanesteziye tabi tutulmuş iki köpek, iki ay müşahade altına alınmış, her hangi bir davranış değişimi gözlenmemiştir.

ÖZET

Elektroanestezi ve elektrikle uyutma beyinden elektrik akımı geçirerek sağlanan anestezi ve uyku şeklidir. Fizyolojik, hematolojik ve biyokimyasal araştırmalar elektroanestezinin güvenlikle uygulanabileceğini ortaya koymuştur. Elektroanestezide karşılaşılan zorluklardan başlıcaları, (1) eksitasyon döneminde opusthatanos, convulsion ve laryngospasm ortaya çıkması; (2) analgesia'nın sağlanmış olmasına rağmen tam yeterli bilinçsizlik halinin sağlanamaması ve kas reflekslerinin giderilmemesidir. Geliştirdiğimiz vurulu gerilim ve üç elektrot uygulama tekniği ile, eksitasyon döneminde ortaya çıkan olaylardan kurtulmak mümkün olmuştur.

SUMMARY

Electro-anesthesia and electro-sleep are kinds of anesthesia and sleep obtained by passing electric current through the brain. Physiological, hemathological and biochemical researches have proved that the electroanesthesia can be applied in safety.

The principal difficulties encountered in electro-anesthesia are the following:

1) The occurence of opusthatanos, convulsion and laryngospasm could not be prevented during excitation period.

REFERANSLAR

- 1 — SMITH, P. H.: Anesthesia and Analgesia 46. 1, 1967.
- 2 — SMITH, R. H.: Elektrical anesthesia, Charles. C. Th. Publisher 1963.
- 3 — ZHUIKOVSKII, V. D.: ISEA absttacts No. 2, 1969.
- 4 — RUSH, S.: Anesthesia and Analgesia Nov. Dec. 1968.
- 5 — TATJUND ET AL.: Anesthesia and Analgesia 48, 44, 1969.
- 6 — KUZIN, M. I. ET AL.: ISEA Abstracts No. 2, 1969.
- 7 — REIGEL, D. H. ET AL.: ISEA Abstracts No. 2, 1969.
- 8 — SINZ, V. ET AL.: ISEA Abstracts No. 2, 1969.
- 9 — HERIN, A. R.: Federation Proceedings, 28, No. 4, 1969.
- 10 — YHUKOVSKII ET A.L: ISEA Abstracts No. 2, 1969.
- 11 — IVANOV — MUROMSKI K. A.: ISEA Information No. 6/7, 1969