

**AĞAÇKAKANIN (DENDROCOPUS SYRIACUS VE  
DENDROCOPUS MAJOR) BOYUN KASLARINDA  
MİYOFİBRİLLER ORGANİZASYON VE MOTORİK  
INNERVASYON**

**Mahmut Sağlam\***

Kasların kontraksiyon hızının, kasa gelen motor sinirlerin türüne ve miyofibrillerin kastellerindeki diziliş durumuna bağlı olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (GÜNTHER, 1949/50; KRÜGER, 1951, 1957, 1958, 1960; KRÜGER ve GÜNTHER, 1956, 1958; GRAY, 1958; GİNSBORG, 1960; GİNSBORG ve MACKAY, 1960, 1961). Bu araştırmacılara göre, hızlı çalışan kaslarda miyofibriller kastelleri içinde eşit bir yayılma göstermekte "fibriller struktur" ve bu tür kastelleri "Endplatte" tipinde sinir uçlarıyla kayırılmaktadır. Yavaş çalışan kaslarda ise "Endtraube" tipinde sinir uçları bulunmakta ve miyofibriller kastellerinde gruplar teşkil edecek şekilde yerleşmektedir "felder struktur = Cohnheim tarlaları". Buna karşılık HÄGG QVIST (1960) hızlı çalışan bazı kaslardaki kastellerinin "felder" kuruluşta olduğunu bildirmiştir.

Diğer taraftan, kastellerinin tek ya da çok noktadan kayırılmaları ile motor sinirin türü ve kasların kontraksiyon hızı arasında bir ilişki olup olmadığı da çeşitli araştırmalara konu olmuştur. GİNSBORG (1959, 1960) ve GİNSBORG ve MACKAY (1960, 1961) yavaş çalışan ve "felder" yapıda olan kastellerinin birçok noktadan kayırıldıklarını (multiple innervasyon) ve sinir uçlarının "Endtraube" türünde olduğunu; COERS (1953), KUPFER (1960) ve HESS (1961) ise, hızlı çalıştığı halde çok noktadan ve "Endplatte" tipinde sinir ucu alan kastellerinin bulunduğunu da bildirmişlerdir.

Bu araştırma, ağaçkakanın çok hızlı çalışan boyun kaslarında motorik innervasyonun ve miyofibriller organizasyonun özelliklere sahip olabileceği düşünülerek yapıldı.

---

\* A.Ü. Veteriner Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji Kürsüsü Doçenti, Ankara, Türkiye

## Materyal ve Metod

Çalışmada, boyun kaslarından *M. biventer cervicis*, *M. semispinalis capitis* ve *M. rectus capitis dorsalis* kullanıldı. Sinir sonlanmalarının incelenmesinde kullanılan kaslar % 10 luk formolde 15 gün süre ile tespit edildi; akarsuda 24 saat yıkandı; dereceli alkollerden geçirilip methylbenzoate-celloidin'de parlatıldı; benzoller ve benzol-parafin ile işlemden sonra parafin emdirildi ve parafinde bloka alındı. 8 Mikron kalınlıktaki seri kesitler MARSLAND ve arkadaşlarının (1954) impregnasyon metoduna göre gümüşlendi. Miyofibriller organizasyonunun incelenmesinde kullanılan kaslar ise, kas içi tenbihlerin giderilmesi amacıyla, serum fizyolojikli tülbente sarılı olarak 45 dakika bekletildi ve ondan sonra "Susa" solüsyonunda tespit edildi; selloidin-parafin metoduna göre blok yapıldı ve kesitler *Heidenhain*'ın demirli hematoksileni ile boyandı. Araştırmayı yakından ilgilendirmesi bakımından, kastellerinin boyları da saptandı. Bunun için bir kısım kaslar maserasyona tabi tutuldu. Tüm araştırmada, adı geçen boyun kaslarının herbirinden 30 ar adet kullanıldı.

## Bulgular

Ağaçkakanın boyun kaslarında hem "felder" ve hem de "fibriller" yapıda olan (Cohnheim tarlaları) kastelleri bulunmaktadır (Şekil 1). Ancak bunların büyük çoğunluğunu "felder" yapıda olanlar teşkil etmektedir. "Felder" yapıda olan her 50 adet kasteline sadece 1 adet "fibriller" kasteli düşmektedir. Kastelleri, kasteli demetleri içinde özel bir lokalizasyon göstermemekte, "fibriller" olanlar "felder"ler arasına gelişli güzel olarak serpilmiş bulunmaktadır.

*Heidenhain*'ın demirli hematoksileni ile boyanan preparatlarda miyofibrillerin, "fibriller" strukturdaki kastellerinde eşit aralıklarla ve tek tek yerleştikleri, "felder" strukturda olanlarda ise birbirlerine yaklaşıp, değişik şekilli ve anastomozlaşan bandlar meydana getirdikleri görülmektedir (Şekil 1 a). Bandlar içinde miyofibriller kolaylıkla seçilememektedir. Fazla dekolorasyonla belirtilebilseler bile, yine de bandların zemininde homojen bir koyuluk kalmaktadır.

"Fibriller" yapıdaki kastellerine ait miyofibrillerin yuvarlağımsı ve ince olmalarına karşılık, "felder"lere ait olanlar daha iri ve oval şekilli bulunmaktadır. "Felder" kastellerinde, miyofibril bandlarının aralarını, oldukça geniş sarkoplazma alanları doldurmaktadır (b). "Fibriller" kastellerinde ise, miyofibriller sarkoplazma içine homojen bir şekilde yayıldıklarından, bu durumla karşılaşmamaktadır.

“Fibriller” kastellerinin, “felder”lerden daha iri oldukları görülmektedir.

Her iki tür kesteli de kalın ve miyelinli sinirtelleri tarafından kayırılmaktadır. Bu sinirtelleri kaslar üzerinde 5 ayrı bölgede sonlanmaktadır (Şekil 2). Scri kesitlerin incelenmesinden anlaşıldığına göre, her bölgede bütün kastelleri birer sinir ucu almaktadır. Kastelleri üzerine gelen sinirteli tekrar tekrar ikiye ayrılmakta ve bir yelpaze şeklinde kasteli yüzeyine yayılmaktadır (Şekil 3 ve 4). Dallar yer yer daralıp genişlemeler göstermekte ve çoğunlukla sivri uçlarla sonlanmaktadır. Bu uçları aldığı bölgede kastelinin enine çizgилiliği zayıflamakta, buna karşılık bu bölge çekirdekten çok zengin bulunmaktadır (Şekil 4). Bir sonlanma bölgesine gelen sinirteli sayısı 1-3 arasında değişmektedir.

Ender de olsa, bir tek sinirtelinin birden fazla kasteli üzerinde sonlanma şekline de rastlanmaktadır (Şekil 4).

### Tartışma

Ağaçkakanın boyun kaslarında da “fibriller” ve “felder” yapıda olmak üzere iki tür kasteli bulunmaktadır. Buna rağmen bütün boyun kaslarında sinirtelleri, kastelleri üzerinde aynı şekilde sonlanmaktadır. Bu sonlanma, “Endplatte” tipi bir sonlanmadır. “Endtraube” tipi sonlanmaya, incelediğimiz kasların hiç birinde rastlayamadık. GÜNTHER (1949/50), KRÜGER (1951, 1957, 1958, 1960), KRÜGER ve GÜNTHER (1956, 1958), GRAY (1958), GINSBORG (1960), GINSBORG ve MACKAY (1960, 1961) gibi araştırmacıların, “Endplatte” tipi motor plaklara sadece “fibriller” yapıdaki kastelleri üzerinde rastlandığını bildirmelerine rağmen HÄGGQVIST (1960) Hippocampus’un, hızlı çalıştığını ve “felder” yapıda olduğunu belirttiği bir kısım kaslarında “Endplatte” tipi sinir uçları bulmuştur. Bu çalışma da göstermektedir ki, hızlı kontraksiyon yapan ve “Endplatte” tipi sinir ucu taşıyan kastellerinin muhakkak “fibriller” yapıda olması gerekmektedir. BÖSİGER (1965) bıldırcının hızlı çalışan *M. pectoralis major*’unda iki tip kasteline de rastladığı halde, innerasyonun, ağaçkakanda olduğu gibi, sadece “Endplatte” tipinde olduğunu bildirmektedir. Bu durum, bir kasın hızlı kontraksiyon yapmasının, aldığı sinir ucu türünden daha çok, o kası teşkil eden kastellerinin iç yapı özelliklerine bağlı olabileceğini akla getirmektedir. Nitekim HİLL (1956) bu görüşe paralel olarak şöyle demektedir: “The intrinsic speed of a muscle is inherent in the muscle itself; it depends on physico-chemical factors in its structure and mechanism, not ma-

inly on control by the nervous system". Ayrıca KUSCHINSKY et al. (1956, 1957) da, "fibriller" ve "felder" yapı ile hızlı ya da yavaş kontraksiyon arasında ilişki bulunmadığı kanısındadır. Ağaçkakanın durumu da bunu göstermektedir. Ancak, ağaçkakanın boyun kaslarının çok hızlı çalışmalarının tam izahını yapabilmek için, bu kasların ultrastruktur ve histolojisi yönünden de etraflı bir şekilde incelemenin gerekli olduğu kanısındayız.

Kastellerinin birkaç noktadan kayrılması meselesine gelince: GINSBORG (1959, 1960) ve GINSBORG ve MACKAY (1960, 1961) böyle multiple şekilde innerve edilen kasların, yavaş çalışan, tonik kaslar oldukları kanısındadırlar. Ağaçkakanın ise, her bir kasteli 5 ayrı noktadan sinir ucu aldığı halde, adı geçen kaslar çok hızlı kontraksiyon yapabilmektedirler. HESS (1961)'in bildirdiğine göre, balığın hızlı çalışan kasları, ağaçkakanın boyun kaslarında olduğu gibi, multiple şekilde innerve edilmekte ve "Endplatte" tipi motor sinir ucu almaktadır. COERS (1953) de çeşitli hayvanların çeşitli kaslarında "Endplatte" türünde multiple innervasyona rastlamıştır. HUNT ve KUFFLER (1954) ve KUPFER (1960), multiple innerve edilen kasların daha çabuk faaliyete geçebildiklerini bildirmişlerdir.

SCHWARZACHER (1957, 1959) multiple innervasyonun, birkaç adet kastelinin uç uca tutunmuş olmasından ileri geldiği kanısındadır. Ağaçkakanın boyun kaslarından yaptığımız maserasyon preparatlarında, bütün kastellerinin kasın bir ucundan öteki ucuna kadar seyrettiklerini gördük. Bu durum, multiple innervasyonun gerçek olduğu ve bunun hızlı kontraksiyonla ilgisi bulunduğu görüşüne kuvvet kazandırmaktadır.

Literatürde, tek bir sinirtelinin birden fazla kasteli üzerinde sonlanmasına ait bir kayda rastlayamadık. Bu durumun, kastellerinin ahenkli bir şekilde çalışmalarında etkili olması mümkündür.

### Özet

Bu çalışmada ağaçkakanın boyun kaslarında miyofibrillerin kastelleri içindeki lokalizasyon durumu ve bu kasların motorik innervasyonu incelendi. Adı geçen kaslarda "fibriller" ve "felder" yapıda olmak üzere iki türlü kasteli bulunduğu, buna rağmen motorik innervasyonun sadece "Endplatte" tipinde sinir uçlarıyla sağlandığı anlaşıldı.

Boyun kaslarının hepsinde multiple innervasyona rastlandı ve bunun, kasların hızlı kontraksiyon yapmaları ile olan ilişkisi üzerinde duruldu.

## Summary

### The myofibrillar organisation and the motor innervation of the neck muscles of the woodpeckers

In this particular study the way of localisation of the myofibrils in the muscle fibers of the neck muscles of the woodpeckers and the motor innervation of the muscles in question have been investigated. The fact that the motor innervation in the above muscles is only to be achieved through the nerve endings in the type of "Endplatte" and that the muscles concerned are composed of two types of muscle fibers, namely in "fibrillar" and "felder" structures, has clearly been discovered.

In all of these muscles the multiple innervation has been encountered and its full relation as regards to the fast contraction of the muscles has been discussed in detail.

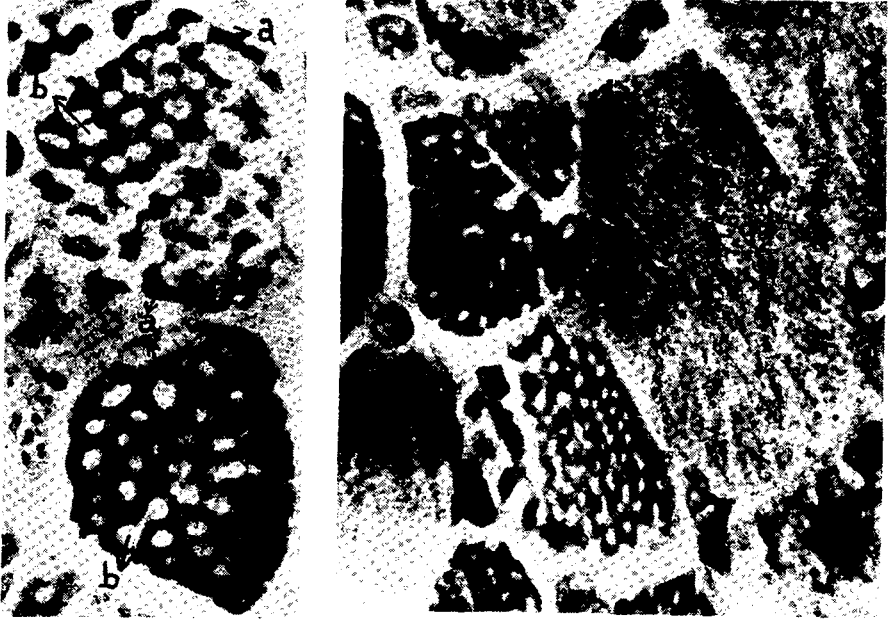
## Literatür

- 1- **Bösiger, B.** (1965): *Comparison des terminations nerveuses motrices du muscle pectoralis major et du muscle Latissimus dorsi anterior chez la caille.* Arch. Anat. Micr. Morph. Exp., 54:841-846.
- 2- **Coers, C.** (1953): *La détection histochemique de la cholinestérase au niveau de la jonction neuromusculaire.* Rev. belge. Path., 22:306-315.
- 3- **Ginsborg, B.L.** (1959): *Multiple innervation of chick muscle fibers.* J.Physiol. (Lond.), 148:50 P-51 P.
- 4- **Ginsborg, B.L.** (1960): *Some properties of avian skeletal muscle fibers with multiple neuromuscular junctions.* J.Physiol. (Lond.), 154: 581-598.
- 5- **Ginsborg, B.L. and Mackay, B.** (1960): *The latissimus dorsi muscle of the chick.* J.Physiol. (Lond.), 153:19 P-20 P.
- 6- **Ginsborg, B.L. and Mackay, B.** (1961): *A histochemical demonstration of two types of motor innervation in avian skeletal muscle.* Bibl. Anat., 2:174-181.
- 7- **Gray, E.G.** (1958): *The structure of fast and slow muscle fibers in the frog.* J.Anat. (Lond.), 92:559-562.
- 8- **Günther, P.G.** (1949/50): *Die Innervation des M. sartorius und des m. ileofibularis des Frosches.* Anat. Anz., 97: 175-191.
- 9- **Häggqvist, G.** (1960): *Cholinesterases and the innervation of skeletal muscle.* Acta Physiol. Scand., 48: 63-70.

- 10- **Hess, A.** (1961): *Structural differences of fast and slow extrafusul muscle fibers and their nerve endings in chickens.* J.Physiol. (Lond.), 157: 221-231.
- 11- **Hill, A.V.** (1956): *Brit. Med. Bull.* 12:165 (1956), cite: Krüger,P. (1957).
- 12- **Hunt, C.C., Kuffler, S.W.** (1954): *Motor innervation of skeletal muscle: Multiple innervation of individual muscle fibres and motor unit functions.* J.Physiol. (Lond.), 126: 293-303.
- 13- **Krüger, P.** (1951): *Über Fasern mit Fibrillenstruktur und Fasern mit Felderstruktur in den, quergestreiften Skelettmuskeln der Wirbeltiere und des Menschen.* Verhandlungen der Anatomischen Gesellschaft, auf der 49. Versammlung in Heidelberg.
- 14- **Krüger, P.** (1957): *Über den Zusammenhang von Struktur und Funktion bei Säugetiermuskeln. (Eine Entgegnung.)* Anat. Anz., 104: 193-200.
- 15- **Krüger, P.** (1958): *Über den Náchweis von phasischen und tonischen motorischen Einheiten bei Säugetieren und dem Menschen.* Z.f. Nervenheilkunde, 178:29-33.
- 16- **Krüger, P.** (1960): *Die Innervation phasisch bzw. tonisch reagierender Muskeln von Säugetieren und des Menschen.* Acta Anat., 40: 186-210.
- 17- **Krüger, P., Günther, P.G.** (1956): *Das "sarkoplasmatische Retikulum" in den quergestreiften Muskelfasern der Wirbeltiere und des Menschen.* Acta Anat., 28: 135-149.
- 18- **Krüger, P., Günther, P.G.** (1958): *Innervation und pharmakologisches Verhalten des M. gastrocnemius und M. pectoralis major der Vögel.* Acta Anat., 33: 325-338.
- 19- **Kupfer, C.** (1960): *Motor innervation of extraocular muscle.* J. Physiol. (Lond.), 153: 522-526.
- 20- **Kuschinsky, G., Lüllmann, H., Hoefke, W., Muschel, E.** (1956): *Über das Verhalten der Myofibrillen und die Funktion von Rattenmuskeln.* Anat. Anz., 103: 116-134.
- 21- **Kuschinsky, G., Lüllmann, H., Hoefke, W., Muschell, E.** (1957): *Bemerkungen "Über den Zusammenhang von Struktur und Funktion bei Säugetiermuskeln. (Eine Entgegnung)" von Krüger.* Anat. Anz., 104: 201.
- 22- **Marsland, T.A., Glees, P., Erikson, L. B.** (1954): *Modification of the Glees's silver impregnation for paraffin sections.* J.Neuropath. exp. Neurol., 13: 587-591.
- 23- **Schwarzacher, H. G.** (1957): *Zur Lage der motorischen Endplatten in den Skelettmuskeln.* Acta Anat., 30: 758-774.

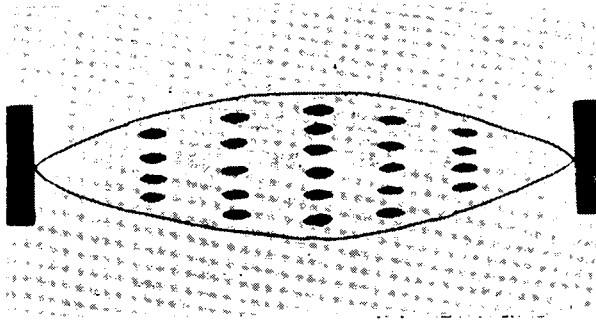
24- **Schwarzacher, H.G.** (1959): *Über die Länge und Anordnung der Muskelfasern in menschlichen Skelettmuskeln.* Acta Anat., 37: 217-231.

Yazı "Dergi Yazı Kuruluna" 3.7.1970 günü gelmiştir.



Şekil 1. Ağaçkakanın boyun kaslarından *M. biventer cervicis*'de "felder" ve "fibriller" yapıdaki kastellerinin birlikte bulunuşu (sağ üst köşedeki iki adet kasteli ile ortadaki kasteli "fibriller" yapıda, geri kalanlar "felder" yapıda. a) "felder" yapıdaki kastellerin rinde bulunan miyofibril bantları, b) miyofibril bantları arasında bulunan sarkoplazma alanları. *Heidenhain*'in demirli hematoxileni, 1200 X.

Fig. 1. The neck muscles of the woodpeckers contain muscle fibers both in "felder" and in "fibrillar" structures. a) The myofibrillar bands in the muscle fibers which are in "felder" structure, b) sarcoplasmic areas in between these myofibrillar bands. Heidephain's iron hematoxylin, x 1200.



Şekil 2. Boyun kaslarının birkaç bölgeden motor sinir aldıklarını (multiple innervasyon) gösteren şema.

Fig. 2. A scheme, showing that the neck muscles are multiply innervated.



Şekil 3. Bir kasteli yüzeyinde yelpaze şeklinde açılarak sonlanan, "Endplatte" tipinde bir motor sinir. *M. biventer cervicis*, *Marsland* gümüşlemesi, 800 X.

Fig. 3. A motor nerve ending in the type of "Endplatte". *M. biventer cervicis*. *Marsland's* silver impregnation, x 800.



Şekil 4. Üç adet kasteli (1,2,3) üzerinde sonlanan "Endplatte" tipinde bir motor sinir. Resmin alt yarımında, bir sinirli demeti görülmekte. *M. rectus capitis dorsalis*, *Marsland* gümüşlemesi, 300 X.

Fig. 4. A motor nerve which ends on the three muscle fibers at the same time. *M. rectus capitis dorsalis*. *Marsland's* silver impregnation, x 300.