

BILDİRCINDA ANTERİOR LATİSSİMUS DORSİ VE POSTERİOR LATİSSİMUS DORSİ' DE EKSTRAFUZAL VE INTRAFUZAL KAS TELLERİNDE ATP-ASE AKTİVİTESİ ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR*

Belma ALABAY** Mahmut SAĞLAM*** Mecit YÖRÜK**** Levent ERGÜN*****

The investigations on ATP-ase activity in extra and intrafusal fibers of
ALD and PLD muscles in quail

Summary: *In this study, the ATP-ase activity of extrafusal and intrafusal fibres of ALD and PLD muscles in quail was investigated.*

Myofibrillar ATP-ase was demonstrated according to the method described by Brook and Kaiser that modified by us using acid (pH 4.6) and alkaline (pH 10.6) preincubations.

Three types of extrafusal fibers were observed in ALD muscle. These were tonic, slow and fast in character.

Only fast type of extrafusal fibers were found in PLD muscle. These fibers exhibited two different diameters. The fibers, narrow in diameter, were fast oxidative and those large in diameter, were fast glycolytic.

Two types of intrafusal muscle fibres were seen in muscle spindles of both ALD and PLD muscles. Some of these showed slow reaction, while others were fast in character.

Key Words: *Quail, ATP-ase, muscle spindle.*

Özet: *Bu araştırmada, bildircında anterior latissimus dorsi (ALD) ve posterior latissimus dorsi (PLD) kaslarında ektrafuzal kas telleri ile kas mekiklerindeki intrafuzal kas tellerinin adenzin trifosfataz (ATP-ase) aktivitesi, Brook ve Kaiser'e (4) ait olup modifiye edilen metotla asit (4.6) ve alkali (10.6) pH' larda histokimyasal olarak incelendi.*

ALD kasında üç tip ektrafuzal kas teli görüldü. Bu teller tonik, yavaş ve hızlı özellikte idi.

PLD kasında ise tek tip ektrafuzal kas teli bulundu. Bu tellerden küçük çaplı olanlar hızlı oksidatif, büyük çaplı olanlar hızlı glikolitik özellikte idi.

Hem ALD hem de PLD kasındaki kas mekiklerinde iki tip intrafuzal kas teli görüldü. Bu teller hızlı ve yavaş reaksiyon gösterdi.

Anahtar Kelimeler: *Bildircın, ATP-ase, kas mekiği.*

* Bu çalışma Ankara Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir (91-10-00-03).

** Doç. Dr., Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Histoloji-Embriyoloji Anabilim Dalı.

*** Prof. Dr. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Histoloji-Embriyoloji Anabilim Dalı.

**** Araş. Gör., 100. Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Histoloji-Embriyoloji Anabilim Dalı.

***** Arş. Gör., Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Histoloji-Embriyoloji Anabilim Dalı.

Giriş

Bu araştırmada, bıldırcında anterior latissimus dorsi (ALD) ve posterior latissimus dorsi (PLD) kaslarında ektrafuzal kas telleri ile kas mekiklerindeki intrafuzal kas tellerinin adenosin trifosfat (ATP-ase) aktivitesi histokimyasal olarak incelendi.

Aşağı sınıf omurgalılarda kas tellerinin bütün tiplerini görebiliriz (17, 21). Kanatlılarda ise miks kaslar yanında sadece hızlı çalışan (pektoralis, PLD, iliofibularis) (20, 22, 23, 24, 28) ve sadece yavaş çalışan kaslar da (ALD-soleus) (7, 15, 26, 27) vardır. Memelilerde ise hızlı ve yavaş kas telleri birarada bulunur ve bu tellerin çoğu-slow twitch- özelliindedir (4, 5, 29).

Histokimyasal analizlerle kas tellerinin hızlı ya da yavaş olup olmadığı saptanabilir. Kas tellerinin ATP-ase reaksiyonu ile histokimyasal ayırımı 1955 yılında Padycula ve Herman (16) tarafından ratta yapılmıştır. Guth ve Samaha (6) 1969'da tekniği modifiye etmişler, Brook ve Kaiser (4) farklı tampon kullanarak memelilerde ektrafuzal kas tellerinin sınıflandırmasını yapmışlardır. Buna göre yavaş tellerdeki ATP-ase'in asit stabil, hızlı tellerdekinin alkali stabil olduğunu göstermişlerdir.

Tavukta yavaş çalışan ALD kası üzerinde yapılan bazı çalışmalarda (9, 10, 11, 19, 23, 25, 26) iki farklı ektrafuzal kas teli olduğu bildirilmiş, bunların çoğunun yavaş, kalan bölümünün de hızlı tipte olduğu gösterilmiştir (1, 15, 27).

Sosnicki ve Cassens (20), tavuğun ALD, PLD ve sartorius kaslarında miyofibrillar ATP-ase aktivitesine göre; ALD ve sartorius kasında üç farklı kas teli bulunduğunu ve bunların tonik, slow twitch, hızlı olduğunu, PLD'nin ise sadece hızlı kas tellerinden oluştuğunu bildirmiştir.

Yine tavuk kaslarından biventer cervicis, iliotalialis lateralis ve flexor cruriste üç tip, pektoral kaslarda ise tek tip (hızlı) kas teli bulunduğu gösterilmiştir (22).

Hikida (7), güvercinin ALD kasının analizinde üç farklı kas teli olduğunu ortaya koymuştur. Kas tellerini tonik, yavaş (slow twitch) ve hızlı olarak sınıflandırmıştır.

Kanatlılardan güvercin, martı, serçe, kara tavuk ve bıldırcının pektoral, bacak, kalp kaslarında yapılan miyofibrillar ATP-ase demonstrasyonu ile göğüs kaslarının hızlı kas tellerinden oluştuğu, bıldırcın dışındaki kuşlarda pektoral kasın derin kısımlarında çok az sayıda

yavaş kas tellerinin de bulunduğu, Talesera ve Goldspink (24) tarafından bildirilmiştir.

Memelilerde ve tavukta kas mekiklerinde bulunan intrafuzal kas tellerinin ATP-ase aktivitesi üzerinde çok sayıda araştırma (2, 14, 25) yapılmış, bunlar arasında memelilerin kas mekiklerinde bag1, bag2 ve chain olmak üzere üç tip intrafuzal kas teli bulunmuştur.

Milburn (12, 13), rat ve kedi embriyolarında önce bag2, peşinden de bag1 ve chain tellerinin geliştiğini göstermiştir. Bu tellerden bag1 olanlar tonik yani çok yavaş kontraksiyon yapan, bag2 yavaş, chain tellerinin hızlı özellikte olduğu bilinmektedir (2, 14).

Sağlam (18) ağaçkakan, Maier ve Eldred (11) bıldırcın, kanarya, güvercin, James ve Meek (8) muhabbet kuşu, Barker (3) tavukta kas mekiklerindeki intrafuzal kas tellerinin ince ve kalın olmak üzere iki tip olduğunu ve bunların çaplarının memelilere kıyasla çok daha küçük görüldüğünü göstermişlerdir.

Ovalle (15) tavuğun ALD kasında yaptığı histokimyasal analiz sonucu, kas mekiklerinde yavaş ve hızlı olmak üzere iki farklı intrafuzal kas teli bulunduğunu ve bu tellerinin kas mekiği boyunca farklı yoğunlukta boyandığını bildirmiştir.

Yine tavuk ALD'sinde kas mekiklerinde çalışan Toutant (26), intrafuzal kas tellerini kuluçkanın, 13. gününde ayırt edebildiğini, önce yavaş, daha sonra hızlı kas tellerinin gelişmesini tamamladığını; dolayısı ile de erişkinde iki tip intrafuzal kas teli bulunduğunu; yavaş kas tellerinin hızlı kas tellerinden sayıca üç kat fazla olduğunu göstermiştir. Aynı araştırmacılar (28) tavuk PLD'sinde kas mekiklerinde yapmış olduğu araştırmada intrafuzal kas tellerinin erken kuluçkanın 15. gününde görülebildiğini; bu kas tellerinin miyofibrillar ATP'ase aktivitesini histokimyasal olarak incelediğinde 2 tip (yavaş ve hızlı) intrafuzal tel bulunduğunu bildirmiştir. Toutant ve ark. (28) PLD'de de ALD'de olduğu gibi yavaş kas tellerinin hızlı kas tellerine oranının 3:1 olduğunu göstermiştir.

Kas tellerinin histokimyasal özellikleri, memelilerde ve tavukta geniş şekilde araştırılıp ortaya konmuştur (2, 5, 6, 19, 24, 29). Bıldırcında ise ALD ve PLD kaslarının ektrafuzal ve intrafuzal tellerinde bu konuda yapılmış herhangi bir çalışmaya literatürde rastlanamamıştır.

Çalışmanın amacı, bu kaslardaki ekstra ve intrafuzal kas tellerinin ATP'ase aktivitesini karşılaştırmalı olarak incelemektir.

Materyal ve Metot:

Bu çalışmada, 1 günlükten 15 günlüğe kadar bildircin civcivlerinin ve erişkin bildircinlerin anterior latissimus dorsi ve posterior latissimus dorsi kasları kullanıldı.

Bu kaslar oldukça küçük olduğundan, dondurmada ve kesit almada kolaylık olması için, büyük çaplı memeli kasıyla (sığır kası) sandviç yapıldı. Böylece, çapı daha küçük olan bildircin kasları ve bunlardaki kas mekikleri rahatlıkla izlenebildi.

Histokimyasal çalışma için alınan kaslar sıvı azotta -190° 'ye kadar dondurulduktan sonra kriyostat ile -20°C 'de 10 mikronluk kesitleri alındı. Bu kesitler, modifiye Brook ve Kaiser (4) metodu ile asit (4.6) ve alkali (10.6) pH'larda boyandı.

Asit pH' da (4.6) boyamak için:

1- Alınan kesitler pH'sı 4.6 olan 0.2 M asetat tamponu içinde oda ısısında 5 dakika bekletildi,

2- Akarsuda yıkandı,

3- Üç kere distile suda çalkalandı,

4- 0.2 M tris buffer ile hazırlanan inkubasyon solusyonunda, oda ısısında 40 dakika tutuldu,

5- %1'lik kalsiyum klorürde iki kere çalkalandı,

6- %2'lik kobalt klorürde üç kere çalkalandı,

7- Akarsuda yıkandıktan sonra distile suda çalkalandı,

8- %1'lik amonyum sülfite üç dakika tutuldu,

9- Akarsuda yıkandıktan ve dereceli alkol-ler ile xylolden geçirildikten sonra üzerleri kapatıldı. PLD'ye ait preparatlar, daha asit (pH 4.2) ortamda da işlem gördü.

Alkali pH' de (10.6) boyamak için:

1- Alınan kesitler pH'sı 10 olan 0.245 M tris-kalsiyum solusyonunda 20 dakika tutuldu.

2- Akarsuda iyice yıkandıktan sonra 0.2 M tris bufferda hazırlanan inkubasyon solusyo-nunda, oda ısısında 30 dakika tutuldu.

3- Akarsuda yıkandı, üç kere distile suda çalkalandı,



Şekil 1. Bir haftalık bildircinde ALD (A) ve PLD (B), x230.

Figure 1. ALD ve PLD in one week of quail, x230.

4- %1'lik kalsiyum klorürde iki kere çalkalandı,

5- %2'lik kobalt klorürde üç kere çalkalandı,

6- Akarsuda yıkandıktan sonra, üç kere distile sudan geçirildi,

7- %1'lik amonyum sülfite üç dakika tutuldu,

8- Akarsuda yıkandıktan ve dereceli alkol-ler ile xylolden geçirildikten sonra üzerleri kapatıldı.

Bulgular

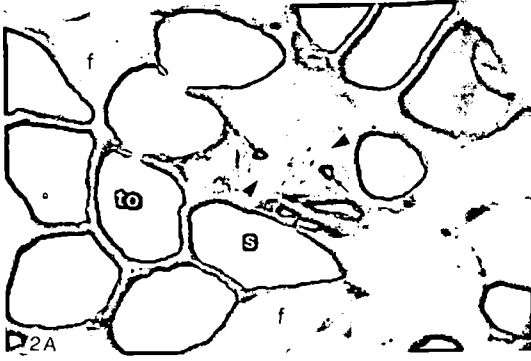
Bu çalışmada bildircinin, yumurtadan çıktığı ilk günden itibaren incelenen ALD ve PLD kaslarının, kas mekiklerinde bulunan intrafuzal kas tellerinin gelişmelerini tamamladıkları görüldü. Ekstrafuzal teller ise henüz gelişme aşamasında bulunuyorlardı.

Bir haftalık bildircinden yapılan preparatlarda, ALD'deki ekstrafuzal kas tellerinin differensiyasyonunu tamamladığı (Şekil 1A), PLD'de ise henüz tamamlanmadığı saptandı (Şekil 1B); PLD'deki teller aynı çaptaydı.

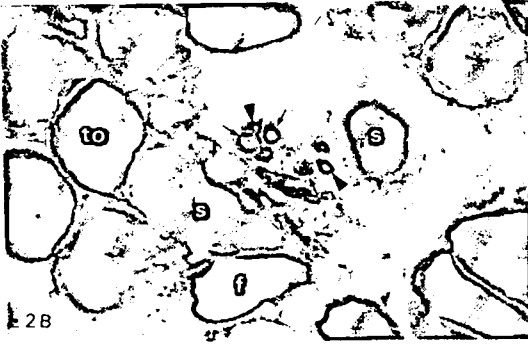
Onbeş günlük ve erişkin bildircinin ALD kasında, asit preinkubasyonundan sonra; üç tip ekstrafuzal ve iki tip intrafuzal kas teli görüldü. Farklı yoğunlukta boyanan ekstrafuzal kas tellerinin çapları hemen hemen eşitti.

Bu kas tellerinden koyu boyananlar (Şekil 2A, s) yavaş (asit stabil), orta koyulukta boyananlar (Şekil 2A, to) tonik ve az sayıda olup da çok açık görünenler (Şekil 2A, f) hızlı (asit labil) özellikte idi.

Aynı kastaki intrafuzal kas telleri koyu (Şekil 2A, ok) ve açık (Şekil 2A, ok başı) reaksiyon gösterdi.



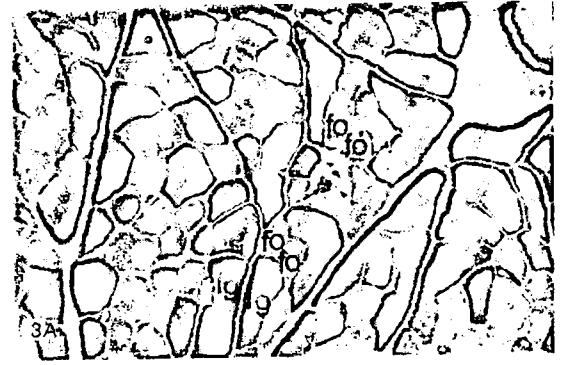
Şekil 2A. Erişkin bıldırcında, asit pH (4.6) inkübasyondan sonra ALD'de ekstrasfuzal ve intrafuzal kas tellerinde ATP-ase reaksiyonu. s: yavaş, to: tonik, f: fast ekstrasfuzal kas teli. Ok: yavaş, ok başı: hızlı intrafuzal kas teli, x580.
Figure 2A. ATP-ase reaction in extrafusal and intrafusal muscle fibers of ALD after the, incubation (pH 4.6) in adult quail. s: slow, to: tonic, f: fast extrafusal fiber, arrow: slow, arrow head: fast intrafusal fiber, x580.



Şekil 2B. Erişkin bıldırcında, alkali (pH 10.6) inkübasyondan sonra ALD'de ekstrasfuzal ve intrafuzal kas tellerinde ATP'ase reaksiyonu. s: yavaş, to: tonik, f: fast ekstrasfuzal kas teli, ok: hızlı, ok başı: yavaş intrafuzal kas teli, x550.
Figure 2B. ATP-ase reaction in extrafusal and intrafusal muscle fibers of ALD after the alkaline incubation (pH 10.6) in adult quail. s: slow, to: tonic, f: fast extrafusal fiber, arrow: fast, arrow head: slow intrafusal fiber, x550.

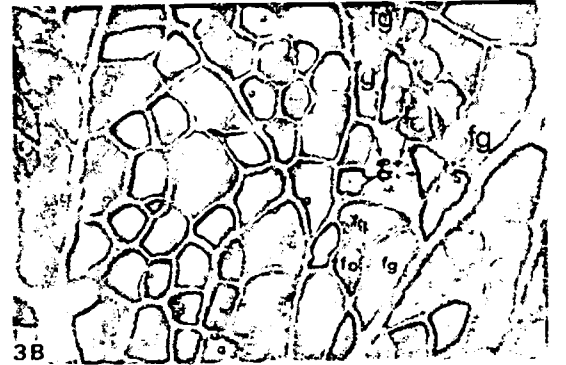
Alkali preinkübasyonundan sonra; ALD'de ekstrasfuzal kas tellerinden, asit inkübasyonunda açık renkli boyanan hızlı kas telleri dönüşüm göstererek koyu boyandı (alkali stabil) (Şekil 2B, f). Asit stabil olan yavaş tellerin de orta derecede (Şekil 2B, s) boyandığı görüldü. Asit inkübasyonunda orta derecede boyanan tonik teller ise oldukça açık tonda idi (Şekil 2B, to). Aynı kasın kas mekiklerinde alkali pH'dan sonra intrafuzal kas tellerinden, asit labil olanlar, dönüşüm göstererek koyu (alkali stabil) (Şekil 2B, ok) asit stabil teller ise açık (alkali labil) (Şekil 2B, ok başı) reaksiyon gösterdi.

Yüksek asit preinkübasyonundan sonra (pH 4.2), PLD'den yapılan preparatlarda, ekstrasfuzal kas tellerinin hiçbiri boyanmadı (asit



Şekil 3A. Erişkin bıldırcında, asit (pH 4.6) inkübasyondan sonra PLD'de ekstrasfuzal ve intrafuzal kas tellerinde ATP-ase reaksiyonu. fo: fast oksidatif, fg: fast glikolitik ekstrasfuzal kas telleri. Ok: hızlı, ok başı: yavaş intrafuzal kas teli, x400.

Figure 3A. ATP-ase reaction in extrafusal and intrafusal muscle fibers of PLD after the acide incubation (pH 4.6) in adult quail. fo: fast oxidative, fg: fast glycolitic extrafusal muscle fibers, arrow: arrow head: slow intrafusal muscle fiber, x400.



Şekil 3B. Erişkin bıldırcında, alkali (pH 10.6) inkübasyondan sonra PLD'de ekstrasfuzal ve intrafuzal kas tellerinde ATP-ase reaksiyonu. fo: fast oksidatif, fg: fast glikolitik ekstrasfuzal kas telleri, ok: hızlı, ok başı: yavaş intrafuzal kas telleri, x375.

Figure 3B. ATP-ase reaction in extrafusal and intrafusal muscle fibers of PLD after the alkaline incubation (pH 10.6) in adult quail. fo: fast oxidative, fg: fast glycolitic extrafusal muscle fibers, arrow: fast, arrow head: slow muscle fibers, x375.

labil). Daha az asit pH'da (4.6), orta koyulukta (Şekil 3A, fg) ve açık renkli (Şekil 3A fo) boyanan farklı çapta kas telleri vardı. Daha yoğun boyanan büyük çaplı kas telleri, açık renkli küçük çaplı kas tellerinin etrafında bulunuyordu.

Aynı kasın, kas mekiklerinde asit pH'dan sonra, iki tip intrafuzal kas teli ile karşılaşıldı. Bunlardan biri asit stabil (Şekil 3A, ok), diğeri ise asit labil (Şekil 3A, ok başı) özellikte idi.

PLD kasında, alkali preinkübasyonundan sonra, bütün ekstrasfuzal kas telleri reaksiyon

gösterdi (alkali stabil). Asit preinkübasyonundan sonra daha açık boyanan küçük çaplı hızlı (oksidatif) kas telleri (şekil 3B fo), büyük çaplı hızlı (Şekil 3B, fg) (glikolitik) kas tellerinden daha yoğun boyanmıştı.

Alkali inkübasyonundan sonra, PLD kaslarının kas mekiklerinde bulunan intrafuzal kas tellerinden, asit labil olanlar, dönüşüm gösterecek koyu (alkali stabil) Şekil 3B, ok), asit stabil teller ise açık (alkali labil) (Şekil 3B, ok başı) reaksiyon gösterdi.

Tartışma

Bıldırcında yavaş çalışan ALD kası hızlı çalışan PLD kasından daha önce differensiye olmaktadır. Bu kasların gelişmesi tavukta da aynı seyri göstermektedir (27).

Bıldırcının ALD kasında üç tip ektrafuzal kas teli bulunmaktadır. Bu teller yavaş (slow twitch), tonik ve az sayıda bulunan hızlı (fast) tellerdir.

Ancak bıldırcın ALD'sinde bulunan tonik teller, aşağı sınıf omurgalılarda ve memelilerde bulunan tonik tellerden farklı olup asit ve alkali ortamlarda daha yoğun boyanmaktadır.

Güvercinin ALD kasında da, bıldırcında olduğu gibi, üç tip kas teli gösterilmiştir (7). Bu tellerden tonik olanlar, bıldırcının kas tellerine benzer özellikleri taşımaktadır. Bu kanatlılarda tonik tellerinin daha hızlı çalıştığını gösterebilir.

Tavukta ise, aynı kasta hızlı ve yavaş olmak üzere iki tip ektrafuzal kas teli olduğu bildirilmiştir (15, 26). Bıldırcın ve güvercindeki kas tellerinin farklılığı, bunlarda uçuş yeteneğinin tavuğa nazaran üstün olması ile açıklanabilir.

Bazı araştırmacılar (15, 26), tavukta ALD kasında, kas mekiklerinde yaptıkları miyofibrillar ATP-ase reaksiyonunun analizi sonucu, iki tip intrafuzal kas teli bulunduğunu; bunların da hızlı ve yavaş olduğunu göstermişlerdir.

Ovalle (15), intrafuzal kas tellerinin uzunluğu boyunca farklı yoğunlukta boyandığını bildirmiştir. Toutant (26), bu kas tellerinden yavaş olanların hızlılardan önce gelişmeye başladığını ve sayı olarak yavaş kas tellerinin hızlı kas tellerinin üç katı olduğunu belirtmiştir.

Memelilerde de aynı şekilde önce yavaş daha sonra hızlı kas tellerinin gelişmesini tamamladığı Milburn (12, 13) tarafından gösterilmiştir.

Bıldırcında kas mekiklerinin gelişmesi en erken kuluçka döneminin 10. gününde başlamaktadır. Ancak bu dönemde kaslar ayırt edilecek kadar gelişmemiştir. Bu nedenle kaslar yumurtadan çıktıktan sonraki 1. günden itibaren alınmaya başlandı. Bu dönemden sonra ve erişkin bıldırcında, kas mekiklerinde iki tip intrafuzal kas teli ayırt edilebildi. Kas mekiklerinin ekvatoryal bölgesinden geçen kesitlerde reaksiyon çok zayıftı. Ovalle (15) tavukta, Sağlam (18) ağaçkakanda bu bölgede kas tellerinde miyofibrillerin çok az olduğunu bildirmişlerdir.

Toutant ve ark. (28), tavuk PLD'sindeki ektrafuzal kas tellerinin hızlı kas tellerinden oluştuğunu, ancak az sayıda yavaş tellerin de bulunduğunu bildirerek, bu kas tellerinin çaplarının farklı olduğunu, dağınık şekilde bulunduğunu belirtmişlerdir. Sosnicki ve Cassens (20) yine tavukta aynı kasta, hızlı kas tellerinin bulunduğunu söyleyerek, bu kas tellerini oksidatif ve glikolitik olmak üzere iki alt gruba ayırmışlardır.

Bıldırcında, PLD'deki ektrafuzal kas tellerinin hepsi alkali stabil yani hızlı kas telleri idi. Bu kas tellerindeki küçük çaplı oksidatif olanlar ortada gruplar halinde, büyük çaplı glikolitik olanlar ise kenarda yerleşmişlerdi. Tavuk ve bıldırcın PLD kaslarında görülen bu belirgin farklılık bıldırcının uzun mesafelere uçabilmesine bağlı olabilir.

Yine tavuk PLD'sinde kas mekiklerinde iki tip intrafuzal kas teli bulunmuştur. Bu tellerden biri hızlı diğeri yavaş özelliktedir (28). Toutant (26), ALD kasında olduğu gibi bu kasta da yavaş tellerin hızlı tellerden önce gelişmeye başladıklarını ve bu tellerin, sayıca birbirine oranının 3: 1 şeklinde olduğunu bildirmiştir.

Bıldırcın PLD'sinde de kas mekiklerinde iki tip intrafuzal kas teli vardı, bu tellerden birisi yavaş diğeri ise hızlı tipte idi. Bu kas tellerinin birbirine oranı tavukta görüldüğü gibi değil, birbirine eşit görünüyordu. Bu kanatlılardan başka, güvercinin flexor carpi ulnaris kasındaki kas mekiklerinde de iki tip intrafuzal kas teli bulunduğunu bildirilmiştir (10).

Görüldüğü gibi kanatlılarda, memelilerden farklı olarak kas mekiklerinde tonik özellikle intrafuzal kas teli bulunmamaktadır.

Kanatlılarda, kas mekiklerindeki intrafuzal kas tellerinin fonksiyonları ile ilgili yeterli bilgi bu konuda yapılacak yeni çalışmalarla açıklanabilecektir.

Kaynaklar

1. Asiedu, S., Shafiq, SA. (1972): Actomyosin ATP-ase activity of the Anterior Latissimus Dorsi muscle of the chicken. *Exp Neurol* 35, 211-213.
2. Bank, RW., Barker, DW. and Stacey, MS. (1977): A study of mammalian intrafusal muscle fibers using a combined histochemical and ultrastructural technique. *J Anat* 123, 3, 783-796.
3. Barker, D. (1974): Morphology of muscle receptors. In *Handbook of sensory physiology*. 11/2. Springer Berlin, pp.1-174.
4. Brook, MH., Kaiser, KK. (1969): Some comments on the histochemical characterization of muscle adenosine triphosphate. *J Hist Cyto* 17, 431.
5. Brook, MH., Kaiser, KK. (1970): Muscle fiber types: How many and what kind? *Arch Neurol* 23, 369-379.
6. Guth, L., Samaha, FJ. (1969): Qualitative differences between actomyosin ATP-ase of slow and fast mammalian muscle. *Exp Neurol* 25, 138-152.
7. Hikida, R. (1987): Quantitative ultrastructure of histochemically identified avian skeletal muscle fiber types. *Anat Rec* 218, 128-135.
8. James, NT., Meek, GA. (1973): An electronmicroscopic study of avian muscle spindles. *J Ultrastruct Res* 43, 193-204.
9. Koenig, J., Fardeu, M. (1973): Etude histochemique des muscles grands dorsaux anterior et posterior de poule et des modifications observees apres denervation et reinnervation homologue ou croisee. *Arch Anat Mikrosk Morphol Exp* 62, 249-267.
10. Maler, A. (1977): Variations in intrafusal fiber size within histochemically identified types of intrafusal fibers in the pigeon. *Am J Anat* 150, 375-380.
11. Maler, A., Eldred, E. (1971): Comparisons in the structure of avian muscle spindles. *J Comp Neurol* 143, 25-40.
12. Milburn, A. (1973): The early development of muscle spindles in the rat. *J Cell Sci* 12, 175-195.
13. Milburn, A. (1984): Stages in the development of cat muscle spindles. *J Emb Exp Morphol* 82, 177-216.
14. Ovalle, WK., Smith RS. (1972): Histochemical identification of three types of intrafusal muscle fiber in the cat and monkey based on the myosin ATP-ase reaction. *Can J Physiol Pharmacol* 50, 195-202.
15. Ovalle, WK. (1978): Histochemical dichotomy of extrafusal and intrafusal fibers in an avian slow muscle. *Am J Anat* 152, 587-589.
16. Padycula, HA., Herman, E. (1955): The specificity of the histochemical method for adenosine triphosphatase. *J Histochem* 3, 170.
17. Rowlerson, A., Spurway, N.C. (1988): Histochemical and Immunohistochemical properties of skeletal muscle fibres from *Rana* and *Xenopus*. *Histochem J* 20, 657-673.
18. Sağlam, M. (1968): Morphologische und quantitative Untersuchungen über die Muskelspindeln in der Nackenmuskulatur (*m. biventer cervicis, m. rectus capitis dorsalis und m. rectus capitis lateralis*) des Bunt- und Blutspechtes. *Acta Anat* 69, 87-104.
19. Shafiq, SA., Asiedu, S., Ryan, D. and Milhorat, AT. (1974): Effect of denervations and hereditary muscular dystrophy on the differentiation of chicken fiber types with some observation on early changes in muscular dystrophy. *Excerpta Med Cong Series* 333, 230-245.
20. Sosnicki, A., Cassens RG. (1988): Determination of fiber types of chicken skeletal muscles based on reaction Actomyosin Calcium⁺⁺⁺, Magnesium⁺⁺ dependent Adenosine Triphosphatase. *Poult Sci* 67, 973.
21. Spurway, NC., Rowlerson, A. (1989): Quantitative analysis of histochemical and immunohistochemical reactions in skeletal muscle fibers of *Rana* and *Xenopus*. *Histochem J* 21, 461-474.
22. Suzuki, A. (1978): Histochemistry of the chicken skeletal muscles. II. Distribution and diameter of three fiber types. *Tohoku J Agr Res* 29, 1.
23. Suzuki, A., Tsuchiya, T., Ohwada, S. and Tamate, H. (1985): Distribution of myofiber types in thigh muscles of chicken. *J Morphol* 185, 145-154.
24. Talesera, GL., Goldspink, G. (1978): A combined histochemical and biochemical study of myofibrillar ATP-ase in pectoral, leg and cardiac muscles of several species of birds. *Histochem J* 10, 695-710.
25. Te Kronnie, G., Donselear, Y. and Soukup, Tand, Van, Raamsdonk, W. (1981): Immunohistochemical differences in myosin composition among intrafusal muscle fibres. *Histochemistry*. 73, 65-74.
26. Toutant, MN. (1980): Quantitative and histochemical aspects of the differentiation of muscle spindles in the anterior latissimus dorsi of the developing chick. *Anat Embryol* 163, 475-485.
27. Toutant, JP., Toutant, MN., Renaud, D. and Durin, GH. (1980): Histochemical differentiation of extrafusal muscle fibres of the anterior latissimus dorsi in the chick. *Cell Differentiation*. 9, 305-314.
28. Toutant, MN., Bourgeois, JP., Renaud, D., and Toutant, JP. (1981): Morphological and histochemical differentiation of intrafusal fibers in the posterior latissimus dorsi muscle of the developing chick. *Anat Embryol* 162, 325-342.
29. Yellin, H., Guth, L. (1970): The histochemical classification of muscle fibers. *Exp Neurol* 26, 424-432.