

Myotis myotis 'in (Borkhausen) ESAS UÇMA KASLARINDA MORFOLOJİK VE HİSTOKİMYASALARAŞTIRMALAR⁺

Suna CEBESOY*, Cevat AYVALI

*Ankara Üniversitesi Fen Fak., Biyoloji Bölümü, Ankara, TÜRKİYE,
cebesoy@science.ankara.edu.tr***ÖZET**

Myotis myotis'e ait iki esas uçma kası morfolojik ve histokimyasal olarak çalışılmıştır. *M. myotis*'in pektoral kasında histokimyasal olarak iki tip hızlı kasılan fibril tanımlanmıştır. Glisin-kalsiyum-formaldehit preinkübasyonundan sonra miyozin ATPaz ile boyanarak bunlar tip IIa ve tip IIb olarak sınıflandırılmıştır. Esas uçma kası olan serratus ventralis tip I, tip IIa ve tip IIb fibrilleri içermektedir. Tip I fibriller NADH-TR ile koyu boyandıklarından dolayı yüksek oksidatiflerdir. Tip IIa fibrilleri NADH-TR ve SDH ile nisbeten daha zayıf boyanmışlardır, bu da orta derece oksidasyon kapasitesini göstermektedir. Tip IIb fibrilleri, NADH-TR ye zayıf reaksiyon verdiklerinden dolayı düşük oksidatif olarak kabul edilmişlerdir.

Anahtar Kelimeler: M.Myotis, iskelet kası, ATPaz, NADH-TR, SDH, histokimyasal test

MORPHOLOGY AND HISTOCHEMISTRY OF PRIMARY FLIGHT MUSCLES IN *Myotis myotis* (Borkhausen)**ABSTRACT**

Two primary flight muscles of *Myotis myotis* were studied using morphological and histochemical analysis. Two fast-twitch fiber types are histochemically identified in pectoralis muscles of *M. myotis*. These were classified as type IIa and type IIb according to glycine-calcium-formalin preincubation staining protocol for myosin ATPase. The primary flight muscles, serratus ventralis included type I, type IIa and type IIb fibers. Type I fibers were highly oxidative, as stained dark for NADH-TR. Type IIa fibers exhibited relatively weak staining properties for NADH-TR and SDH, indicating an intermediate oxidative capacity. Type IIb fibers showed low oxidative capacity, as indicated by weak reaction for NADH-TR.

Key Words: Myotis myotis, skeletal muscles, ATPase, NADH-TR, SDH, histochemical tests

1.GİRİŞ

Bilindiği gibi uçmak, yürümek, koşmak ve yüzmek gibi aktivitelerde uçma daha fazla enerji gerektiren bir iştir. Memeliler içerisinde gerçek uçuş yapan yegane grup yarasalardır. Bu memeliler

+ Bu araştırma Doktora Tezinin bir bölümü olup, A.U.Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir.

uçarken dinlenme halinden 18 kat daha fazla metabolik güç harcarlar (1) . Yarasaların uçması için her kanat devrinde kasların en azından 15 hertz kadar kasılıp gevşemeleri gerekmektedir (2). Buna ilaveten, yarasaların memeliler içinde yüksek aerobik güce sahip oldukları da belirtilmiştir (3). Yarasalar, benzer vücut hacmi olan koşan memelilere oranla 2,5 - 3 kat daha fazla oksijen tüketirler (3,4). Yarasa uçuş kasının fibril kompozisyonu bu aşırı metabolik potansiyele uygunluk gösterir. Yarasada, esas itici uçuş kası olarak görev yapan pektoral kaslardır (5,6), bu yüzden adı geçen bu kaslar yardımcı uçuş kaslarından daha fazla uzmanlık gösterirler. Bu sebeplerin doğal bir sonucu olarak yarasa kasları memeli kas dokusu çalışmalarına uygun bir model oluşturmaktadır.

Farklı tür memelilerde miyozin ATPaz (mATPaz) aktivitesinin kasların kasılma hızı ile ilişkisi olduğu uzun zamandan beri bilinmektedir (7). Yavaş ve hızlı kasılan kaslar farklı pH'larda mATPaz reaksiyonu ile tespit edilebilmektedir. Kas fibrilleri, metabolik özelliklerine bağlı olarak sınıflandırılmaktadır. Buna göre kas fibrilleri tip I (kırmızı kas) ve tip II (beyaz kas) olmak üzere iki tiptir. Bu iki kas fonksiyon bakımından farklıdır. Hem kırmızı hem de beyaz kas fibrilleri taşıyan karışık kaslar da vardır.

Tip I fibriller yavaş kasılırlar, düşük mATPase aktivitesi ve yüksek mitokondriyal oksidatif enzim aktivitesi gösterirler. Tip II fibriller ise hızlı kasılırlar, diğerine göre daha büyüktürler. Bunlar yüksek mATPaz ve düşük mitokondriyal oksidatif enzim aktivitesi gösterirler. Tip II fibrilleri mATPaz ile (pH 4,6 - 4,2) test edildiklerinde tip IIa ve tip IIb şeklinde iki alt ünite ayırt edilir. Bu kaslar çok çabuk yorulurlar ve kasılmak için gerekli enerjilerini anaerobik glikoliz yolu ile sağlarlar. Buna karşılık mitokondriyal oksidatif enzim aktivitesi fazla olan tip I fibriller çok sayıda mitokondri bulundurduklarından genellikle enerjilerini aerobik yol ile sağlarlar. Kasılmaları yavaştır, fakat uzun süre yorulmadan kasılabilirler (8).

Bir yarasa türü olan *Hipposiderus speoris*' in pektoral kaslarında George ve Naik (9) beyaz ve kırmızı kas fibrilleri olmak üzere iki tip kas fibrili ayırt etmişlerdir. Bunlardan beyaz fibriller de glikojen miktarının fazla, mitokondri sayısının ise çok az, buna karşılık kırmızı fibrillerde yağ miktarının ve mitokondri sayısının fazla olduğunu belirtmişlerdir. George ve arkadaşları (10) yine aynı türde yani *H.speoris* de kırmızı fibrillerin yüksek düzeyde süksinat dehidrojenaz aktivitesi gösterdiğini ve maksimum sayıda mitokondri bulduklarını göstermişler, beyaz fibrillerde ise süksinat dehidrojenaz aktivitesi ve mitokondri sayısının minimum olduğunu belirtmişlerdir. Üçüncü fibril tipi olarak tanımladıkları ara fibrillerin özelliklerinin ise, diğer iki fibrilin değerleri arasında mitokondri sayısı ve enzim aktivitesi gösterdiğini söylemişlerdir.

Myotis lucifugus' da, Amstrong ve ark. (11) pektoral kasların süksinat dehidrojenaz aktivitesi ile yüksek oksidatif kapasitede olduklarını ve bunların hızlı kasılan fibriller olduklarını belirtmişlerdir. Fakat bu fibrillerin fosfofruktokinaz aktivitesine bakarak nisbeten düşük glikolitik potansiyele sahip oldukları sonucuna vardıklarını ifade etmişlerdir.

Foehring ve Hermanson (12) bir yarasa türü olan *Tadarida brasiliensis*' in üç esas ve iki yardımcı uçuş kasını histokimyasal olarak incelemişlerdir. Pektoral subscapularis ve serratus ventralis thoracis kaslarının tamamen hızlı oksidatif (FO) fibrillerden oluştuğunu, yardımcı uçuş kasları olan triceps brachii ve biceps brachii'nin humerusa komşu olan kısmı dışındaki fibrillerin FO fibrillerden, humerusa komşu olan kısmının ise hem FO hem de yavaş oksidatif (SO) fibrillerden oluştuğunu söylemişlerdir. Hızlı glikolitik fibrillere (FG) bu kasların hiçbirinde rastlanamamıştır. Çalışan bu kaslardaki bütün fibrillerin oksidatif oldukları araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Aynı araştırmacılar (8) *Artibeus jamaicensis* adlı yarasanın uçuş kaslarında histokimyasal olarak hızlı kasılan iki fibril tipi tayin etmişler ve bu fibrilleri asidik pH da miyozin ATPaz ile test ettiklerinde tip IIa ve tip IIb diye sınıflandırmışlardır. Yarasa uçuş kaslarındaki bu fibrillerin NADH - TR ile kuvvetli boyandıklarında yüksek oksidatif kapasiteye sahip olduklarını GPD ile boyandığında fibrillerin glikolitik potansiyelinin daha düşük olduğunu söylemişlerdir.

Bu çalışmada ülkemizde bulunan *Myotis myotis* (Borkhausen) türünün uçuş kasları incelenmiştir. Uçuş kaslarının morfolojik yapıları ve enzim aktiviteleri histokimyasal bakımdan çalışılmıştır. Çalışmada *M. myotis*'in uçuş kasları ile fibril tipleri morfolojik olarak ve bu fibrillerin enzim aktiviteleri

de histokimyasal olarak açıklanmaya çalışılmıştır.

2. MATERYAL ve METOD

Bu çalışmada bir yarasa türü olan *Myotis myotis* (Fare kulaklı yarasa) kullanılmıştır. *M. myotis*' in kanatları uzun ve çok geniştir, bunlar yavaş uçarlar ancak manevra kabiliyetleri oldukça fazladır. Ağırlıkları 22 - 38,5 gr arasındadır (13). Bu yarasa türü genellikle Anadolu 'nun her yerinde yayılış gösterir. Büyük ve küçük mağaralarda eski han ve kervansarayların duvar ve tavan çatlakları arasında küçük koloniler halinde yaşarlar (14). Bu yarasa türü böceklerle beslenir ve alaca karanlıkta uçuşa çıkarlar.

M. myotis örnekleri 1996-1997 yılları yaz ve sonbahar aylarında Ankara ve çevresindeki mağaralardan toplanmıştır.

Yarasalar boyunları kırılarak ani olarak öldürüldükten sonra 5mm' den küçük olmayacak şekilde esas uçma kasları (pektoral ve serratus ventralis) alınmıştır. Alınan kaslar bağ dokularından temizlenmiş, kurutma kağıdı ile kurutulduktan sonra tartılmıştır. Kas dokusu alüminyum folyo kağıdından yapılan kalıplar içine konulmuş " gum tragacant " denilen gömme ortamı kullanılarak bloklar yapılmış ve -70°C da sıvı azot içine konulup çıkartılarak ani olarak dondurulmuştur.

Daha sonra hazırlanan bloklardan cryostat mikrotom kullanılarak kesitler alınmıştır. Alınan kesitlerin kalınlığı 5-7 μm 'dir. Farklı kas fibrillerinin mitokondriyal oksidatif enzim aktivitesi süksinat dehidrogenaz (SDH) (15) kullanılarak belirlenmiştir. Farklı kas fibrillerinin oksidatif kapasitesini tayin etmek için de nikotin amit dinükleotit dehidrogenaz -tetrazolium oksidoredüktaz (NADH -TR) (16) kullanılmıştır. Kesitler pH 9,4' de adenzin trifosfataz (ATPaz) (17) ile boyanarak farklı kas fibrilleri belirlenmiştir.

M. myotis'in esas ve yardımcı uçma kasları tek tek tartıldıktan sonra , bu kasların vücut ağırlığına oranları hesaplanmıştır. Her bir kasın vücut ağırlığına oranlarını hesaplamak için şu formül kullanılmıştır (12) : Kas ağırlığı x2/ Vücut ağırlığı . NADH ile boyanan kesitlerin fotoğrafları, fibril tiplerinin yüzdelere hesaplamak için kullanılmıştır. Her bir kas için rastgele seçilen üç farklı bölgeden her fibril tipi için 100 er fibril sayılmıştır (Her bir fibril için en az 300 fibril sayılmıştır) (12,18).

Çap ölçümleri aynı mikroskopta 10x40 lık büyütmede yapılmıştır. Örnek kaslardaki her bir fibril tipinden en az 15' er tanesinin çapları ölçülmüş ve bunların ortalamaları alınarak fibril tiplerinin çapları bulunmuştur.

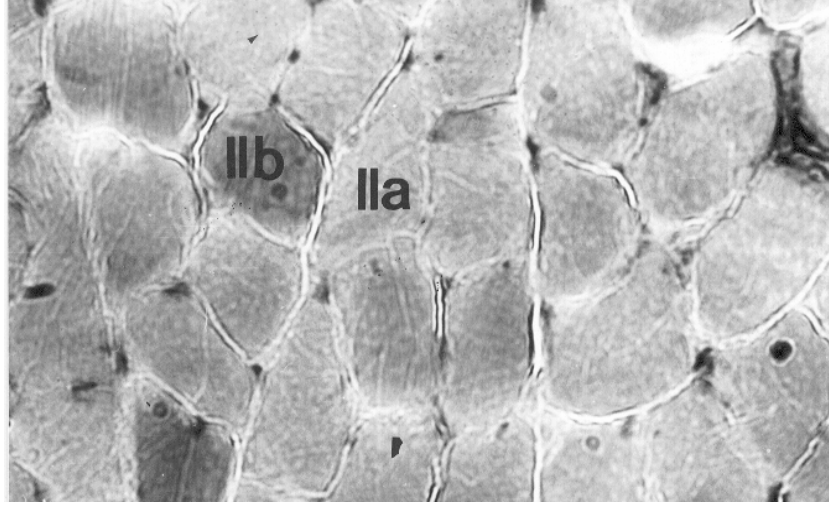
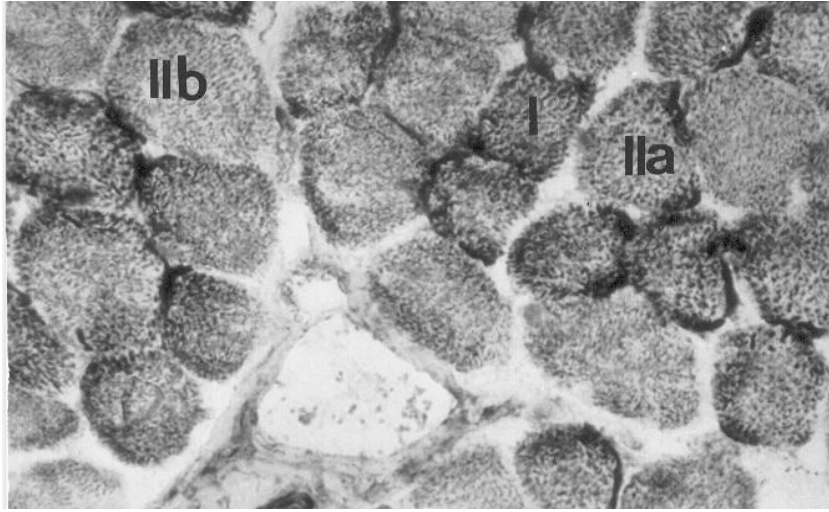
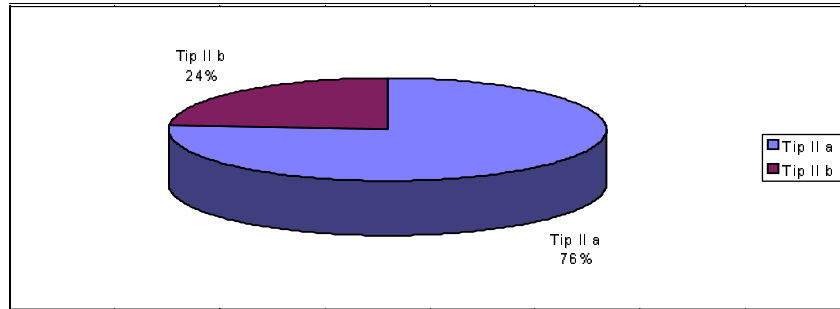
3. GÖZLEMLER ve BULGULAR

Bu çalışmada *M. myotis*' in esas uçma kasları incelenmiştir. Esas uçma kasları pektoral ve serratus ventralis kaslarıdır. Esas uçma kaslarından serratus ventralis ve pektoral kas addüktör kas grubuna girmektedirler. Addüktör kaslar yarasalarda kanadı vücut ekseninden dışarı doğru iten kaslardır.

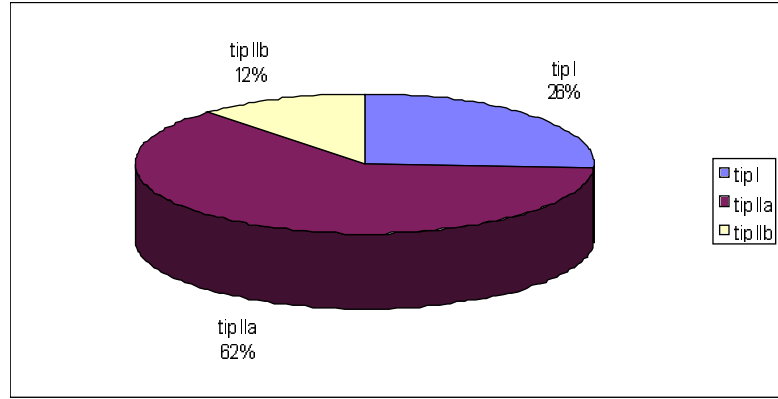
M. myotis' de en geniş bulunan esas uçma kası pektoral kasdır. Sağ ve sol pektoral kas, total vücut ağırlığının % 5,04' ünü oluşturur (Çizelge 3.1). Bu kasın yalnız hızlı fibrillerden ibaret olduğu yapılan ATPaz boyası ile anlaşılmıştır. Bu hızlı fibriller Tip IIa ve tip IIb dir (Şekil 3.1). Adı geçen kasda Tip IIa fibriller % 76 oranında bulunup fibril çapları 31,8 μm ' dir.Bu fibrillerin kapladıkları alan ise 2416,8 μm^2 dir. Tip IIa fibriller NADH ve SDH ile koyu boyanmışlardır (Şekil 3.2). Buna göre bu fibriller yüksek oksidatif olarak değerlendirilmiştir (FOG).Tip IIa fibrilleri NADH ile boyandıklarında formazan granülleri hücrede homojen olarak dağılmasına rağmen daha çok fibrillerin dış kısmında halkasal olarak yerleşmiştir. Tip IIb fibriller (FG) ise % 24 oranında bulunup fibril çapları 42,4 μm ' dir. Bu fibrillerin kapladıkları alan ise 1017,6 μm^2 dir. Tip IIb fibrillerin çapları tip IIa ' dan daha geniştir. Bu fibriller NADH ve SDH ile boyandıklarında oldukça zayıf reaksiyon vermişlerdir. *M. myotis* 'in pektoral kasında fibril popülasyonu Şekil 3.3' de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. *M. myotis*' in uçma kaslarının ağırlığı ve kasın toplam vücut ağırlığına oranı

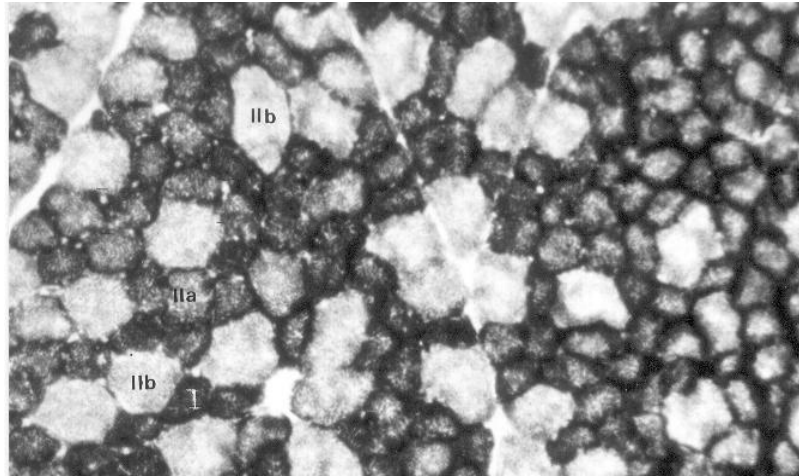
Kaslar	Kas ağırlığı (gr .)	Kasın vücut Ağırlığına oranı
Pektoral	0,6555 ± 0,0461	5,04
Serratus ventralis	0,4775 ± 0,0572	3,57

Şekil 3.1. *M. myotis* 'de ATPaz ile boyanmış pektoral kas fibrilleri. TipIIa ve Tip IIb. x1000Şekil 3.2. *M. myotis*'de SDH ile boyanmış pektoral kas fibrilleri. x1000Şekil 3.3. *M. myotis* 'in pektoral kasında fibril popülasyonu

M. myotis' de bulunan esas uçma kaslarından birisi de serratus ventralisdir. Sağ ve sol serratus ventralis kası, total vücut ağırlığının yaklaşık % 3,57'sini oluşturur (Bak. Çizelge 3.1). Bu kas ATP az ile boyandığında üç fibril tipinden oluştuğu görülmüştür. Bu fibriller tip I (SO), tip IIa (FOG) ve tip IIb (FG)' dir. Tip I fibriller tüm fibrillerin % 26'sını oluştururlar (Şekil 3.4) ve bunların çapları yaklaşık 21,6 μm 'dir. Tip I fibrillerin kapladıkları alan ise 634,4 μm^2 dir. Bu fibriller NADH ve SDH ile kuvvetli boyanmışlardır. Tip IIa fibriller diğer fibriller içerisinde % 62 oranında bulunurlar (Şekil 3.4). Tip IIa fibrillerinin çapları 30,7 μm ' dir ve kapladıkları alan 1903,4 μm^2 dir. Bu fibrillerde NADH ve SDH ile nispeten koyu boyanırlar (tip I fibrillere göre biraz daha açık boyanırlar). NADH ile boyandıklarında formazan granülleri hücrenin çevresinde halkasal olarak bulunurlar (Şekil 3.5). Üçüncü tip olan tip IIb fibrillerinin çapı ise %39,5 μm olup bunların kapladıkları alan da 474 μm^2 dir. Bu fibriller serratus ventralis de %12 oranında bulunmaktadırlar (Şekil 3.4). Tip IIb fibriller NADH ve SDH ile zayıf boyanmışlardır (Bak. Şekil 3.5).



Şekil 3.4. *M. myotis*'in serratus ventralis kasında fibril popülasyonu



Şekil 3.5. *M. myotis*' in serratus ventralis kasında NADH ile boyanan fibril tipleri. x500

4. TARTIŞMA

M. myotis' de iki pektoral kas, total vücut ağırlığının %5,04' ünü kapsamaktadır. *Myotis lucifugus* da bu oran sağ ve sol pektoral kas için %4 (11) dür. *Tadarida brasiliensis*' de iki pektoral kasın vücut ağırlığına oranı ise % 6,5 olarak belirtilmiştir (12). Başka bir yarasa türü olan *Artibeus jamaicensis*' da pektoral kaslar total vücut ağırlığının %4,7'sini oluşturmaktadır (8). Bazı yarasalar da ise pektoral kasların total vücut ağırlığının %9'dan fazlasını kapsadığı belirtilmektedir (5,6). Bununla beraber dört ayaklı memelilerde bu kasların toplam vücut ağırlığının %1'i kadarını oluşturduğu tespit edilmiştir (11). Vaughan (19), *Eumops perotis*' in pektoral kasının diğer bir geniş kas olan serratus anterior' dan dört kez daha ağır olduğunu söylemiştir.

M. myotis de serratus ventralis kasının total vücut ağırlığının %3,57'sini oluşturduğu yapılan hesaplamalar sonucu belirlenmiştir. *Artibeus jamaicensis* ' de aynı oran %1,6 olarak belirtilmiştir (8). Foehring ve Hermanson (12) *T.brasiliensis* de ise serratus ventralis kaslarının toplam vücut ağırlığının %2'sini kapsadığını söylemişlerdir. *M. myotis*'de serratus ventralis kasının adı geçen diğer iki türe göre iki katı kadar daha fazla olduğu görülmektedir.

Yarasalarda pektoral kaslar, uçmada temel hareket olan, kanadın aşağı doğru vuruşu esnasında, özellikle gücün meydana gelmesine adaptasyon gösterir (5,6) ve birçok dikey düzlemin yukarı kaldırılmasını sağlar (20). Kanat çırpma sırasında, pektoral kaslar hem kanatları dışarı doğru itmede, hem de kanadı içeri doğru döndürmede, major komponentlerin itilmesini sağlarlar(2).

Uçma kasları kasılıp gevşeme siklusunu tamamlayabilmek için aşağı yukarı 60 m/s frekansa ihtiyaç gösterirler ve bu bileşiği meydana getiren kas fibrillerin ister istemez hızlı kasılma özelliğine sahip oldukları ortaya çıkmaktadır (21,22). Hızlı fibriller konsantrik dinamik kasılmalara adapte olduklarından yarasalar da pektoral kaslar duruşu desteklemede önemli değillerdir (11). Goldspink ve arkadaşları (23) hızlı kasılan fibrillerin izotonik konsantrasyonu için metabolik yönden yavaş kasılan fibrillerden daha etkili ve daha randımanı yüksek olduğunu söylemişlerdir. Hızlı fibrillerde kasılma sırasında gücün zirveye ulaşması yavaş fibrillere oranla daha hızlıdır (21,22).

Yarasa pektoral kas fibrillerinin yapısal ve metabolik özellikleri dikkate alındığında bu hayvanların oksijen tüketiminin çok fazla olduğu ortaya çıkar. Yapılan bu çalışmada *M. myotis*'in pektoral kaslarında tip IIa (FO) fibrillerin yani hızlı oksidatif fibrillerin, tip IIb fibrillerden yani (FG) hızlı glikolitik fibrillerden çok daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu da pektoral kaslarda oksijen tüketiminin çok fazla olduğunun bir diğer ispatıdır.

Yarasalarda uçma sırasında esas aşağı vuruş kasları olan pektoral ve serratus ventralis kaslarıdır. Bu kaslarda tip IIa fibrillerin çokluğu dikkati çekmektedir. Tip IIa fibriller (FO) hızlı oksidatif fibrillerdir. Bu fibriller uçuşta ihtiyaç duyulan gücün üretilmesini ve hızlı hareketliliği sağlarlar (12). *M. myotis* ile yapılan bu çalışmada da serratus ventralis ve pektoral kas da tip IIa (FO) fibrillerinin diğer fibrillere göre daha fazla yüzdeye sahip oldukları görülmüştür.

Saltin ve Gollnick (24) spesifik kasılma olayı eşit olduğunda güç üretimi genellikle miyofibril kesit alanı ile orantılı olduğunu söylemişlerdir. Böylece *M. myotis*'in tip IIb fibrilleri güç artışının oluşumunda tip IIa'ya göre daha etkili olabilirler. Çünkü tip IIb fibrilleri tip IIa ya göre daha geniş çaplıdır.

Yapılan bu çalışmada *M. myotis*'in esas uçma kaslarının histokimyasal olarak özellikle ATPaz ve NADH boyası yardımıyla fibril tipleri tayin edilmiştir. Pektoral kasda her iki yarasa türü içinde iki fibril tipi bulunmuştur ve bunlar Brooke ve Kaiser ' in yaptığı sınıflandırmaya göre tip IIa ve tip IIb olarak adlandırılmıştır (25). Diğer kasta da (serratus ventralisde) yine ATPaz ve NADH ile üç farklı fibril tipi tespit edilmiştir. Bunlar da yine Brooke ve Kaiser (25)' in sınıflandırması esas alınarak tip I , tip IIa ve tip IIb olarak sınıflandırılmıştır. Hermanson ve Foehring (8) *Artibeus jameisensis*' in esas uçma kaslarında histokimyasal olarak hızlı kasılan iki fibril tipi ayırt etmişlerdir. Bu hızlı kasılan fibrilleride, asitik preinkübasyonda miyozin ATPaz ile boyayarak tip IIa ve tip IIb diye sınıflandırmışlardır. Bu çalışmada da Hermanson ve Foehring (8) gibi hızlı fibriller tip IIa ve tip IIb diye sınıflandırılmasına rağmen, *A. jameisensis*'in tip IIa ve tip IIb fibrilleri *M. myotis*' in tip IIa ve tip IIb fibrilleri ile özdeş değildir. Araştırmacılar tip IIa fibrillerin glikolitik potansiyel gösterdikleri ve tip IIb fibrillerinin NADH'a kuvvetli reaksiyon verdiklerini belirtmişlerdir. Aynı şekilde tip IIa fibrillerin tip IIb fibrillerden daha büyük çapa sahip olduğunu söylemişlerdir. Fakat bu çalışmadaki yarasa türünün tersine tip IIa fibriller, NADH ile boyandığında kuvvetli, tip IIb fibriller ise zayıf reaksiyon göstermişlerdir. Yine üzerinde çalışılan iki yarasa türünün her ikisinde de tip IIb fibrillerin tip IIa fibrillerden daha büyük olduğu incelenen tüm kaslarda görülmüştür. Tip IIb fibrillerin hızlı ve kuvvetli kasılmalarına bağlı olarak daha büyük çaplı olduğunu bildirilmektedir (26). Buna karşılık Foehring ve Hermanson (12) *T.brasiliensis*'in üç esas ve iki yardımcı uçma kaslarından pektoral kasında FO, serratus ventralis kasında da SO ve FO fibrillerin bulunduğunu söylemişlerdir. *M. myotis*'in tip I fibrilleri *T. brasiliensis*'in SO fibrillerine ve yine *M. myotis*'in tip IIa fibrilleri de *T. brasiliensis*'in FO fibrillerine karşılık gelmektedir.

Amstrong ve arkadaşları da (11) *M. lucifugus*'un *pektoral* kasının ve yardımcı uçma kaslarının sadece hızlı fibrillerden oluştuğunu belirtmişlerdir. Hızlı kasılan oksidatif fibrilleri de (FO) FO_h, Fo_m ve Fo₁ fibrilleri olarak üç grup altında toplamışlardır. Fo_h fibriller NADH ve ATPaz ile koyu, Fo_m fibrillerin her iki enzim ile de orta derecede, Fo₁ fibrillerin ise her iki enzimle de çok açık boyandıklarını ve pektoral kasdaki bütün fibrillerinde Fo_h tipinde olduğunu söylemişlerdir. Aynı araştırmacılar Fo_h fibrillerin FOG fibrillere kısmen benzediğini belirtmişlerdir. Bununla beraber bu araştırmacıların yaptıkları sınıflandırmanın diğer araştırmacıların yaptıkları sınıflandırmalardan oldukça farklı olduğu gözden kaçmamaktadır.

Ishihara Taguchi (27) winstar tipi dişi farelerde, Gonyea ve Ericson (28) kedide, Suzuki (29) koyunda, Carry ve arkadaşları (30) farede yaptıkları histokimyasal boyamalar sonucunda fibril tiplerini FOG, FG ve SO olarak tanımlamışlardır. Bu çalışmada *M. myotis*'in uçma kaslarındaki fibril tipleri, yukarıdaki araştırmacıların belirledikleri fibril tiplerine tam uygunluk göstermektedirler. Bu çalışmadaki tip I fibrilleri adı geçen araştırmacıların belirttikleri SO fibrillerine, tip IIa fibrilleri ise FOG fibrillerine ve yine bu çalışmadaki tip IIb fibrilleri FG fibrillerine karşılık olan fibrillerdir.

Strickler (31) *Pteronoptus pamelli* ve *Phyllostomus hastatus* türü yarasaların esas uçma kaslarında, George ve arkadaşları (10) *Hipposidenus speoris*' in pektoral kaslarında üç fibril tipi tanımlamışlardır. Strickler (31), artan vücut hacmi ile uçma kaslarındaki SO (tip I) fibril oranının kesinlikle ilişkili olduğunu ileri sürmüştür. *Myotis lucifugus*'da (11) SO fibriller sadece yardımcı uçma kaslarında, acromiadeltoide ve acromiatriapezius kaslarında bulunmuştur. Bu çalışmada da *M. myotis*'de SO fibrillere (tip I) serratus ventralisde rastlanmıştır. Ayrıca bu kasta da tip I fibrillerin çapları diğer iki fibrilden çok daha küçüktür. Tip I (SO) fibril bulduran bu kasların da uçuşta yerçekimine karşı ve sürüklenmeye karşı tonik aktivite ile hareket ettikleri söylenebilir.

KAYNAKLAR

1. Carpenter, R.E., "Flight physiology of flying foxes, *Pteropus poliocephalus*" *J. Exp. Biol.*, 114 : 619 - 647 (1985).
2. Hermanson, J.W. and Altenbach, J.S. , " Functional anatomy of the shoulder and arm of the fruit eating bat *artibeus jamaicensis*". *J. Zool.*, 205 : 157 - 177 (1985).
3. Thomas, S.P., " Metabolism during flight in two species of bats, *Phyllostomus hastatus* and *Pteropus gouldii*" *J. Exp. Biol.*, 63:273-293 (1975).
4. Pasquis, P. , Lacaille, A. , Dejours, P. , "Maximal oxygen uptake in four species of small mammals". *Resp. Physiol.*, 9 :298 - 309 (1970).
5. Vaughan, T.A., "The muscular system. in : biology of bats" I.Ed.by W.A. Winsatt. *New York Academic Press.*, 139 - 194(1970 a).
6. Vaughan, T.A. , "Adaptations for flight in bats. In, about bats". Ed.B.H. Slaughter, D.W. Walton. Dallas. *Southern Methodist University Press.*,127 - 143 (1970 b).
7. Barany, M, "ATP ase activity of myosin correlated with the speed of shortening". *J. Gen. Physiol.*, 59 : 197 -216 (1967).
8. Hermanson, J.W. , Foehring, R.C. , "Histochemistry of flight muscles in the jamaican fruit bat *artibeus jamaicensis*: Implications for motor control" *J. Morph.*, 196 : 353-362 (1988).
9. George, J.C. , Naik, R.M. , "Studies on the structure and physiology of the flight muscles of bats" *J. Anim. Morphol. Physiol.*, 4 : 96 -101 (1957).
10. George, J.C. , Susheela, A.K. , Scaria, K.S. , " Studies on the structure and physiology of the flight muscles of bats". *J. Anim. Morphol. Physiol.*, 5 : 110 - 112 (1958).
11. Amstrong, R.B. , Ianuzzo, C.D., Kunz, T.H. , " Histochemical and biochemical properties of flight muscle fibers in the little brown bat, *Myotis lucifugus*" *J. Comp. Physiol.*, B. 119 : 141 - 154(1977).
12. Foehring, R.C., and J.W. Hermanson, "Morphology and histochemistry of flight muscles in free- tailed bats, *tadarida brasiliensis*" *J. Mammal.*, 65 : 388 - 394(1984).
13. Albayrak, İ. , " Batı Türkiye yarasaları ve yayılışları (Mammalia : Chiroptera)" *Doğa Tr. J. Zool.*, 17 : 237 -257 (1993).

14. Albayrak, İ., "Doğu Anadolu yarasaları ve yayılışları (Mammalia : Chiroptera)" *Doğa Tr. J. Zool.*, 14 : 214-228 (1990).
15. Nachlas, M.M. ,Tsou, K.C. De Soula, E., Cheng, C.S. and Selgman, A.M. "Cytochemical demonstration of succinic dehydrogenase by the use of a new p-nitrophenyl substituted ditetrazole" *J. Histochem.Cytochem.*, 5 : 420 - 436 (1957).
16. Novikoff, A.B. , Shin, W. , Drucher, J. , "Mitochondrial localization of oxidative enzymes : Staining results with two tetrazolium salt " *J.Biophys. Biochem. Cytol.*, 9 : 47 - 61(1961).
17. Tunnel, G.L. and Hart, M.N. , "Simultaneous determination of skeletal muscle fiber types I, IIA and IIB by histochemistry " *Arch Neurol.*, 34:171-173 (1977).
18. Armstrong, R.B., "Properties and distributions of the fiber types in the locomotory muscles of mammals". In *Comparative Physiology, Ed. by Cambridge Univ. Press*, 243-254 (1982).
19. Vaughan, T.A., "Functional morphology of three bats: Eumops, Myotis, Macrotus" *Pub. Univ. Kansas Mus. Nat.Hist.*, 12:1-153 (1959).
20. Norberg, U.M., "Aerodynamics, kinematics, and energetics of horizontal flapping flight in the long-eared bat *Plecotus auritus*" *J.Exp. Biol.*, 65, 179-212 (1976).
21. Close, R. , "Dynamic properties of mammalian skeletal muscles" *Physiol. Rev.*, 52 : 129 - 197 (1972).
22. Burke, R.E. and R.M. Naik., " Motor unit properties and selective involvement in movement" *Exerc. Sports Sci. Rev.*, 3 : 31 - 81(1975).
23. Goldspink, G. , Larson , R.E. , Davies, R.E. , " The intermediate energy supply and the cost of maintenance of isometric tension for different muscles in the hamster" *Z.Vergl.Physiol.*, 66: 389 - 397 (1970).
24. Saltin, B.,and P.D. Gollnick, "Skeletal muscle adaptability: Significance for metabolism and performance" *Am. Physiol. Soc.*, 555-632 (1983).
25. Brooke, M. H. and Kaiser, K.K., " Three " myosin adenosine triphosphatase " systems : The nature of their pH lability and sulfhydryl dependence" *J. Histochem. Cytochem*, 18 : 670 - 672 (1970).
26. Guyton, A.C. and, Hall, J.E. , " Textbook of Medical physiology" *9.Edition Ed.W.B.Saunders* (1996).
27. Ishihara, A. and Taguchi, S., "Histochemical differentiation of fibers in the rat slow and fast twitch muscles" *Jap. J. Physiol.*, 41 : 251 - 258 (1991).
28. Gonyea, W.J. and Ericson, G.C., " Morphological and histochemical organization of the flexor carpi radialis muscle in the Cat" *Am.J.Anat.*, 148 : 329 - 344 (1976).
29. Suzuki, A., " Composition of myofiber types in the pectoral girdle musculature of sheep" *Anat. Record.*, 230 : 339 - 346 (1991).
30. Carry, M.R. , Horan , S.E. , Reed, S.M. , Farrell, R., "Structure, innervation , and age- associated changes of mouse forearm muscles" *Anat. Record.*, 237 - 345 - 357 (1993).
31. Strickler, T.L., "Downstroke muscle histochemistry in two bats " 61-68 In Proc. Fifth Int. *Bat Res. Conf. Texas Tech. Press*, 434 (1980).

Geliş Tarihi:08.12.2001

Kabul Tarihi:25.03.2003