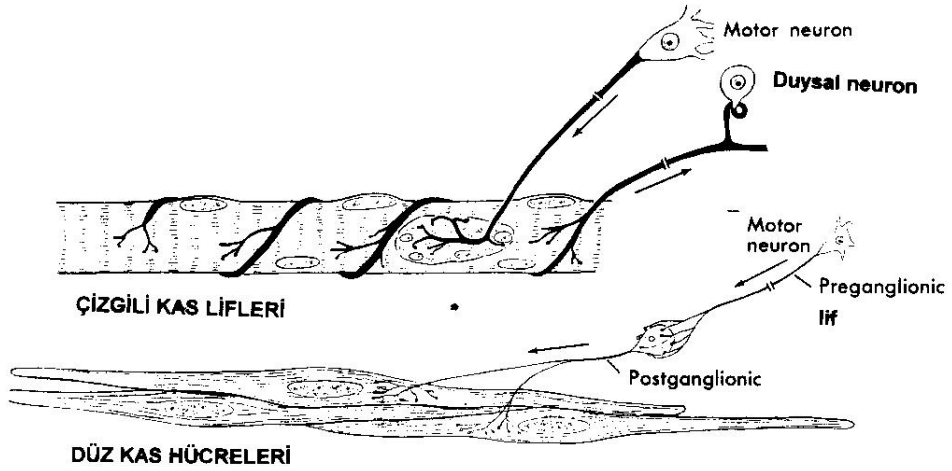


6 . KAS SİSTEMİ

Kas dokusu, uyaranlara cevap vermek üzere kasılma yeteneğinde olan dokudur.

Kaslar; konumları, yapıları, fonksiyonları ve embriyonik orijinleri olmak üzere çeşitli özellikleri bakımından sınıflandırılabilirler: İskelete eklemlenen kaslar **iskelet kasları** dır. İskelet kasları; **axial** (kafa iskeleti ve omurgaya eklemlenen), **appendicular** (apendiküler iskelete eklemlenen) veya **branchiomerik** (visseral iskelete eklemlenen) olarak üç grup halinde sınıflandırılabilirler. İskelete eklemlenmeyen kaslar ise başka bir adla adlandırılmadığı için **iskelete eklemlenmeyen kaslar** olarak sınıflandırılabilirler.

Histolojik olarak incelendiğinde kaslar **çizgili kas** veya **düz kas** şeklinde ayırt edilebilirler. Çizgili kaslar; uzun, çok nukleuslu, kas proteinlerinin düzenine göre enine bantlar içeren, lifli yapıdaki belirgin dokulardır. Düz kaslar; genelde başka bir organın bir bölümünü oluşturan tabakalar halindeki yapılardır. Hücreleri mekik şeklindedir. Tek nukleuslu ve çizgisizdirler (Şekil 6 - 1).



Şekil 6 - 1. Kas lifleri ve sinirsel bağlantıları. Oklar sinir impuls'unun yönünü göstermektedir.

Kaslar, **istemli** ya da **istemsiz** olarak sınıflandırılabilirler. İstemli kaslar yorgun olmadıkları takdirde istenildiği zaman kasılabilen kaslardır. İstemsiz kaslar ise istenildiği zaman kasılmayan kaslardır.

Kaslar, **somatik** ve **visceral** olarak da sınıflandırılabilirler. Somatik kaslar, hayvanın hem uygun bir çevreye korunma, beslenme ve çoğalmak üzere yönelmesini, hem de uygun olmayan çevreden uzaklaşmasını sağlarlar. Somatik

kaslar hareket kaslarıdır veya hareket kaslarından orijinlenirler. Somatik kaslar aynı zamanda mezodermal somitlerin myotomlarından embriyonik gelişme esnasında ya da filogenetik olarak meydana gelirler ve bu nedenle de **myotomal** kaslar olarak da adlandırılırlar. Çizgilidirler, iskelete aittirler ve istemli olarak kasılırlar. Visseral kaslar ise iç çevrenin regülasyonunu sağlarlar. Kan damarlarında, tüplerde, kanallarda ve kılta bulunurlar. Ayrıca visseral iskelete eklemlenen **branchiomic** kaslardır. Visseral kasların çoğu düz, iskeletten bağımsız ve istemsiz kasılırlar (branchiomic kaslar istisna oluştururlar).

Kas hücreleri uyarıldıklarında kasılırlar. Bu kasılma, **actomyosin** olarak bilinen kas protein kompleksinde meydana gelen kimyasal değişim sonucudur ve bu kompleks kas hücresinin %80'ini oluşturur. Kas hücrelerinin kasılma dereceleri, ilişkili bulundukları kasın tümünün belirli ölçüde kasılmasına neden olacaktır. Eğer kas bir lümeni çevreliyorsa lümen daralacaktır, iki yapı arasında uzanıyorsa yapılardan biri diğerine doğru uzanacaktır (kasın orijinlendiği yöne doğru).

Bir kas aynı zamanda orijinlendiği kısmı da hareket ettirebilir. Örneğin **geniohyoid** kaslar, hiyoid kemiği ve çenelerden uzanırlar. Ya alt çeneyi aşağı doğru çekerler ya da hiyoid kemiğini ileri doğru iterler. Bu durum tamamen o anda çene ya da hiyoid kemiğinden birisinin daha sabit bir konumda olmasına bağlıdır.

Bir iskelet kasının diğerinden bağımsız olarak hareket etmesi olağan değildir. Kaslar genelde fonksiyonel bir grup halinde çalışırlar. Bir fonksiyonel grup kasılırken, diğer grup eş zamanda gevşemelidir.

Kasların birlikte hareket edebilmeleri (sinerjistik olarak) için tıpkı bir senfoni orkestrasında orkestra şefinin koroyu idare etmesi gibi sinir sistemi tarafından aniden (reflekssel olarak) yönlendirilmeleri gerekir.

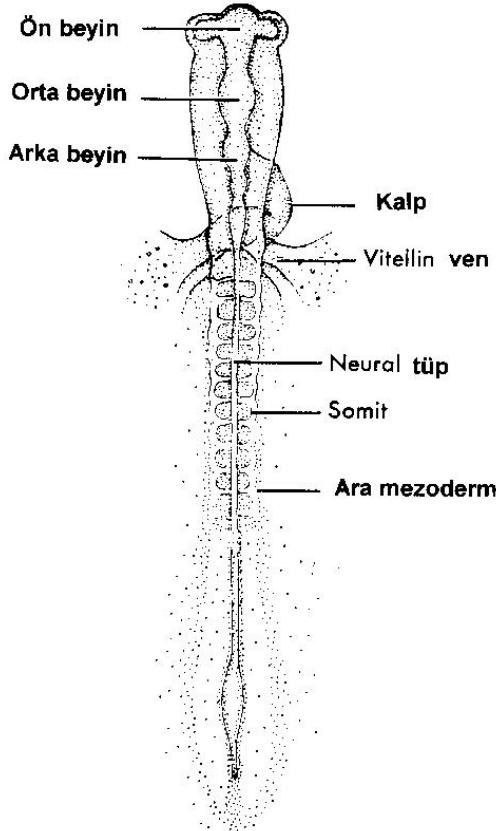
Refleks kontrolü esas olarak cerebellum (beyincik) dan gelmektedir. Dıştan uyarın alındığı zaman motor impulsları ilgili kasa gönderilir.

Her kası bir bağ dokusu kılıfı (**fascia**) çevreler. Kası çevreleyen bağ dokusu kılıfı, kasın orijinlendiği yerde yani çıkış noktasında tendon'u oluşturmak üzere bağ dokusu ile birleşir. Geniş yassı kasların genelde tendonları da geniştir. Bu tür tendonlar **aponeurosis** olarak bilinir.

Somatik (Myotomal) Kaslar:

Somatik kaslar, iskeletle bağlantılı olup başı, gövdeyi, kuyruğu ve ekstremiteleri hareket ettiren ve böylece hayvanın çevresinde hareketini sağlayan ve yönlendiren kaslardır.

Somatik kaslar metameriktirler. Metamerizm, aşağı organizasyonlu omurgalılarda çok belirgin olmakla beraber yüksek organizasyonlulara doğru gelindikçe kaybolma eğilimlidir. Ancak hiç bir zaman yok olmaz. Metamerizm; somatik kasların balıklarda, segmental olan mezodermal somitlerinden ontogenetik olarak, tetrapod' larda ise filogenetik olarak orijinlenmeleriyle ilişkilidir. (Şekil 6 -2,8).



33 SAATLİK PİLİÇ EMBRİYOSU

Şekil 6 - 2. Metamerik dorsal mesoderm (somitlerle temsil edilmektedir).

Peşpeşe gelen somitlerin myotomlarında yer alan mezenşim hücreleri lateral vücut duvarına doğru göç ederler ve kasları geliştirirler (Şekil 6 - 3).

Somatik kaslar; vücut duvarı kasları, hipobrankial ve dil kasları, ekstrinsik göz küresi kasları ve eklenti kaslarından ibarettirler.

Balıklar' da vücut duvarı kasları:

Balık ve urodel'lerin gövde ve kuyruk kaslarında metamerizm çok belirgindir (Şekil 6 - 4, 5). Vücut duvarı kasları bağ dokusu (**myosepta**) ile ayrılmış bir seri **myonem** (kas segmenti) içerir.

Myosepta parietalperitondan deriye uzanır. Myoseptumlar genelde zigzag şeklinde uzanırlar ve kas liflerinin tutunmaları için bir alan oluştururlar.

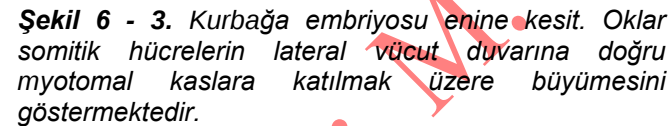
Kaslar, horizontal soptum yoluyla dorsal ve ventral kütlelere ayrılırlar (Agnatha hariç). Bu septum omurgalıların transvers uzantısından dışa (deriye) doğru uzanır ve fibröz bir membran oluşturur. Bu membranın üzerinde yer alan kaslar **Epaxial kaslar**, altında yer alanlar ise **Hypaxial kaslar'** dır. Vertikal orta dorsal ve orta ventral septum da vücudun her iki tarafının kaslarını birbirinden ayırır. Orta ventral septumun kaidesinde longitudinal ligament (**Linea alba**) yer alır. Pektoral kemer, pelvik kemer ve yüzgeçlerin vücut duvarında yer aldıkları bölgelerde hipaxial kaslar kesintiye uğrarlar. Myotomal kaslar visseral yaylarda yer almadıkları için yutak tarafından da kesintiye uğratılmışlardır.

Tüm omurgalılarda epaxial kaslar, tipik bir şekilde vücut segmentlerini donatan spinal sinirlerin **dorsal ramus**'u tarafından sinirlendirilirler. Hipoxial kaslar da **ventral ramus** tarafından sinirlendirilirler.

Tetrapod' larda vücut
duvarı kasları:

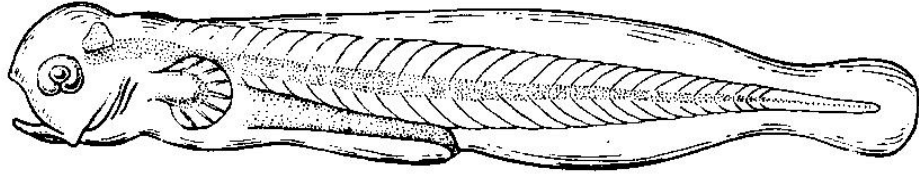
Tetrapodlar da balıklar gibi epaxial ve hipaxial kas kütlelerini içerirler ve hepsi dikkate değer derecede metamerizm gösterirler.

Karasal yaşam ile ilgili olarak vücut duvarı kaslarında

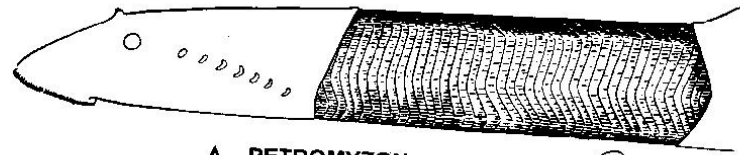


bazı adaptif modifikasyonlar gelişmiştir. Bu modifikasyonlar:

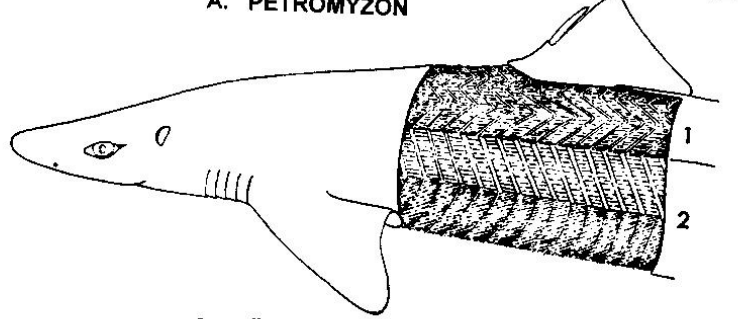
1. Hipaxial kasların tabakalar halinde ayrılması genellikle tetrapod'larda daha belirgindir.
2. Hipaxial kasların, metamerizm'ini kaybetmeye ve geniş tabakalar oluşturmaya doğru eğilimleri vardır. Bu eğilim, ardışık gelen myomerlerin kısmen veya tamamen kaybolan myoseptumlarla kaynaşmaları sonucudur. Bu yapılanma kuyruklu amfibilerde ve daha çok kuş ve memelilerde vardır. Meydana gelen geniş tabakalar peşpeşe gelen bir seri spinal sinirle sinirlendirilirler. Bu da bu gruptaki filogenetik metamerizmi gösterir.
3. Epaxial myomerlerin, çoğu vücut segmentinde uzun kas paketlerini oluşturmak üzere birleşmeye doğru eğilimleri vardır ve ekstremitelerin hareketini sağlamak üzere ekstrasik apendikular kasların altına doğru yer almaya meylederler. Ancak derindeki epaxial kaslar, primitif metamerizmi hala gösterirler.



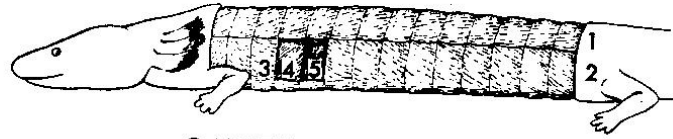
Şekil 6 - 4. Larval teleost'larda vücut duvarı kasları. Gözlerin arkasından kuyruğa kadar uzanan notokorda çizgili olarak gösterilmiştir.



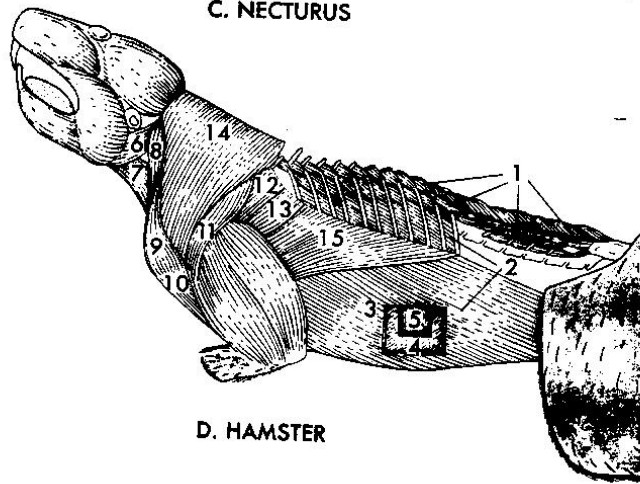
A. PETROMYZON



B. KÖPEK BALIĞI



C. NECTURUS

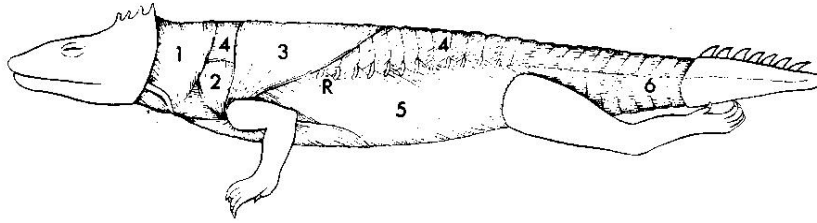


D. HAMSTER

Şekil 6 - 5. Bazı omurgalıların vücut duvarı kasları. 1, Epaxial'ler; 2, hypaxial'ler; 3, external obliq; 4, internal obliq; 5, transversus; Hamsterde gösterilen epaxial kaslar intervertebral kaslardır. Hamster'in diğer kasları : 6, digastrik; 7, sternohiyoid; 8, klavotrapezius; 9, levator skapula ventralis; 10, akromiyodeltoid; 11, spinodeltoid; 12, infraspinatus; 13, teres major; 14, akromiyotrapezius, 15, latissimus dorsi.

Tetrapod' larda Epaxial Kaslar:

Epaxial kaslar, omurga boyunca transvers uzantıların dorsalinde ve neural yayların yanlarında uzanırlar. Kafatasının kaidesinden kuyruğun ucuna kadar uzanırlar. Urodel'lerde (Şekil 6 - 5 C) ve primitif kertenkele'lerde (Şekil 6 - 6) epaxial kaslar (**dorsalis trunci**) belirgin bir şekilde metameriktir. Diğer tetrapod'larda yüzeysel bantlar, uzun kas demetleri halinde birçok vücut segmentinde yer alırken; derinde olanlar segmental olarak kalırlar. Uzun demetler **longissimus**, **iliocostalis** ve **transversospinalis** gruplarını oluştururlar. Daha kısa demetler intervertebral kaslar olup omurları birbirlerine eklemeler.



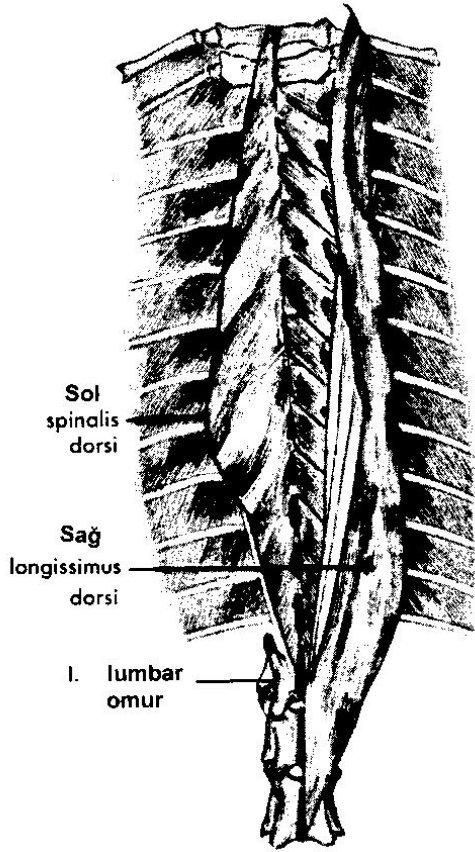
Şekil 6 - 6. *Sphenodon*'da tipik yüzeysel kaslar. **1**, Trapezius; **2**, dorsalis skapula ; **3**, latissimus dorsi; **4**, dorsalis trunci (epaxial); **5**, abdomenin external oblik'leri (hypaxial); **6** , kuyruğun hypaxial kasları; **R**, kaburga.

Longissimus Grup (Şekil 6 - 7) : Transvers uzantıların üzerinde yer alırlar ve en uzun epaxial demetleri içerirler. Bölgesel alt bölümler gövde omurları bölgesinde **longissimus dorsi**, boyun bölgesinde **longissimus cervicis**, kafatasında uzananlar **longissimus capitis** adını alırlar. Longissimus kasları kuyruğa doğru **extensor coudae lateralis** olarak devam ederler.

İliocostalis Grup: Longissimus'ların yan tarafında yer alırlar. İlium'dan çıkarlar ve demetler halinde ileriye doğru kaburgalara veya varsa unsinat uzantılara tutunurlar. Anteriörde olanlar boyun bölgesine kadar uzanırlar.

Transversospinalis Grup: (Spinalis dorsi, spinalis cervicis, spinalis capitis, semispinales): Omurlara yakın, uzun ya da orta boyda demetler halindedirler ve ileri doğru neural spinlerden ve yaylardan anteriördeki birkaç segmente veya kafatasına tutunmak üzere uzanırlar. Bu demetler kuyrukta **extensor caudae medialis** olarak devam ederler.

İntervertebral Kaslar: Balık ve amfibi'lerde primitif segmental şekillerini korurlar (Şekil 6 - 5 B ve C). Bir omurun transvers uzantısından öndeki omurun transvers uzantısına doğru (**intertransversarii**), peşpeşe gelen omurların neural spinleri arasında (**interarspinales**), peşpeşe gelen neural yaylar arasında (**interarcuales**) ve peşpeşe gelen zigapofizler arasında (**interarticularis**) uzanırlar.



Şekil 6 - 7. Hamsterde iki uzun epaxial kas bandı (dorsalden)). Sol taraftan longissimus dorsi, sağ taraftan longissimus dorsi kaldırılmış. Şekil 6 - 5 D deki segmental epaxial kasları gösterebilmek için uzun bandların kaldırılması gerekmektedir.

oluşturduğu kaslı bir organdır. Kas; kaburgalara, sternum'a omurgaya tutunmuş halde olup merkezi tendon'a uzanır.

Aquatik urodellerin bazılarında, hipaxial kaslar; balıklarda olduğu gibi yüzmeye; bazılarında ise karada hareket etmeğe yardımcı olarak kullanılırlar. Çünkü ekstremiteleri hareket için yeterli değildir.

Ekstremitesiz tetrapod'lar (Apoda, yılanlar ve bacaksız kertenkeleler) da bu kasları, harekette kullanırlar. Tetrapod'ların büyük bir kısmında ise vücut duvarı kasları esas olarak, iç organları bastırmak ve solunum için kaburgaları hareket ettirmede kullanılırlar.

Tetrapod'ların Hypaxial Kasları:

Tetrapod'ların hipaxial kasları tipik olarak **external obliq**, **internal obliq** ve **transvers** tabakalar halinde düzenlenmişlerdir (Şekil 6 - 5 C ve D). Bunlara ek olarak linea alba'nın her bir yanında lifleri longitudinal olan dar **rectus** kasları vardır.

Bazı Urodel'lerde external obliq tabaka, yüzeysel ve derin tabakalara ayrılır. Anura'da internal obliq bulunmayabilir. *Sphenodon*, timsah ve bazı kertenkelelerde üç tabaka ikiye inebilir. Kaplumbağa'larda vücut duvarı kasları kabuk nedeniyle bulunmazlar. Kuşlarda obliq tabaka indirgenmiş, transvers tabaka kaybolmuştur. Memelilerde transvers tabaka göğüs bölgesinde tam değildir.

Memeli Diaframı: Embriyonik orijinlerini, myotomlardan alan hipaxial kasların transvers septumu sararak

Hypobranchial kaslar ve dil kasları:

Myotomal kaslar lateral faringeal duvarları kuşatmazlar. Ancak mezenşim hücreleri hemen yutağın arkasındaki hipaxial bölgeden ileriye doğru, yutağın altında somatik kasları oluşturmak üzere ilerlerler. Bu kaslar hipobranchial kaslar olarak adlandırılırlar (Şekil 6 - 8).

Balıklarda hipobranchial kaslar, korakoid'ten mandibüllere, ventral hiyoid elemanlara ve yutak tabanındaki visseral iskelete uzanırlar. Bu kaslara genel olarak **coracoarcual** kaslar denir ve **coracomandibular (geniocoracoid, coracohyoid ve coracobranchial)** gibi adlar alırlar. Yutak tabanını ve perikardial boşluğu güçlendirirler ve ağız tavanını yükseltmek, çeneyi aşağı çekmek ve solungaç keselerini genişletmek üzere brankiomerik kaslara yardım ederler.

Tetrapod'larda hipobranchial kaslar göğüs kemiği ve I. kaburgadan ileri doğru uzanırlar. Mandibüllere ve visseral iskelete olan primitif eklemlerini korumakla beraber fonksiyon olarak, brankial iskeletin özellikle hiyoid aygıt ve gırtlığın değişik bir rolünü yansıtır. **Sternohyoid, sternothyroid, thyrohyoid, omohyoid ve geniohyoid** kasları içerirler.

Amniotlar'da dil esas olarak hipobranchial kaslarla donatılmış mukozal özellikte bir kesedir. Memelilerde dilin temel kasları; **hyoglossus, styloglossus, geniglossus ve lingualis**'tir. Anamniot'ların intrinsik kasları yoktur. Hipobranchial kaslar anterior spinal sinirle sinirlendirilirler. Hipobranchial ve dil kaslarını donatan sinirler, merkezi sinir sisteminin devamı olan omuriliğin aynı somatik motor sinir şeridinden orijinlenirler. Bu lifler aynı zamanda gövde ve kuyruk bölgesindeki kasları da sinirlendirirler (Şekil 6 - 8).

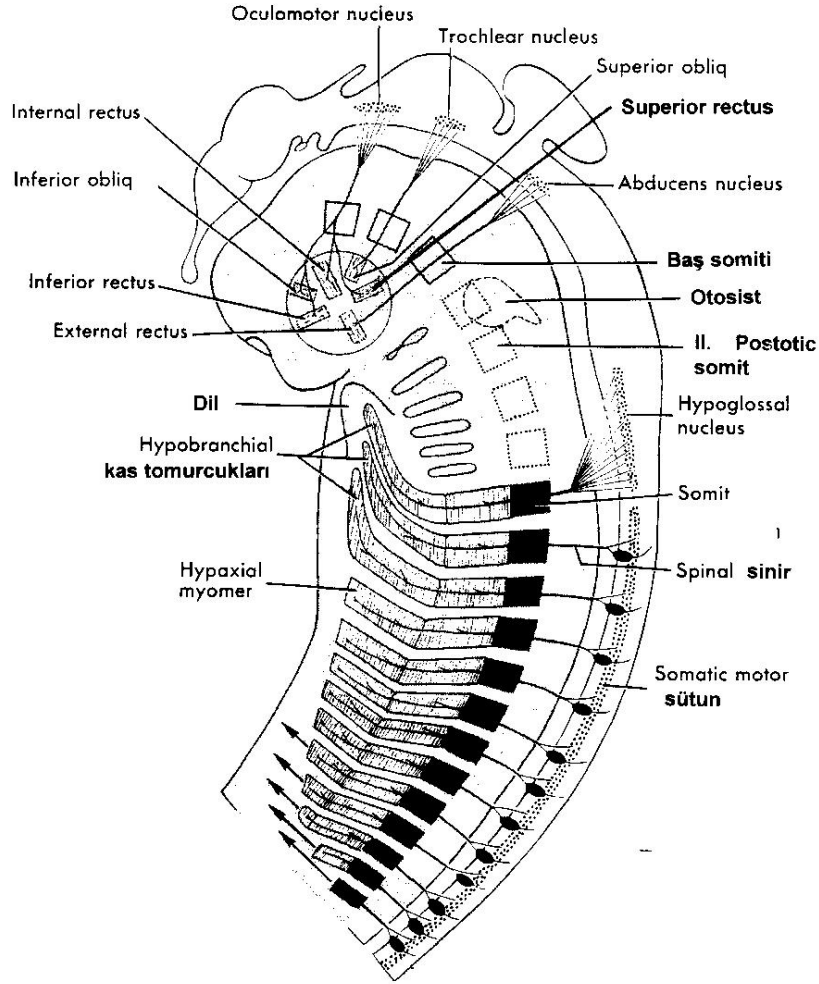
Tablo 6 - 1. Filogenetik olarak baş somitlerinden orijinlenen kaslar ve bu kaslara giden sinirler.

Baş somitleri	kranial sinirler	Göz küresi kasları	Diğer kaslar
I	III (oculomotorius)	Superior rectus Inferior rectus* Median (internal) rectus Inferior oblique	Levator palpebrae superioris
II	IV (trochlearis)	Superior oblique	
III (II. somit'in katılımı ile)	VI (abducens)	External (lateral) rectus	Retractor bulbi Gözün quadratus'u Gözün pyramidalis'i

Petromyzon*' da inferior rectus kası **VI. kranial sinir ile çalışır. Göz küresi dejeneren olan omurgalılarda, bu duruma paralel olarak kaslar da iyi çalışmazlar.

Ekstrinsik göz küresi kasları:

Göz küresini hareket ettiren kaslar, çizgilidirler, iskelete aittirler ve istemli kaslardır. Elasmobranş balıklarda embriyonik gelişme esnasında başın üç preotik somitinden meydana gelirler (Şekil 6 - 8).



Şekil 6 - 8. Köpek embriyosunda myotomal kasların orijinlenmeleri ve sinirlenmeleri (şematik). Kaslar, üç preotik baş somitinden orijinlenen, göz küresi kaslarını; gövde somitlerinden orijinlenen gövdenin segmental kaslarını (ilgili sinirlerle donatılmış) ve farinksin tabanına ileri doğru geçeden ve sinirlerle donatılmış hipobrankial kasları içermektedirler. Miyotomal kasları sinirlendiren motor liflerin hücre gövdeleri omuriliğin ve beyinin somatik motor sütununda (siyah noktalı) yer almaktadır. Dört postotik somit, vücut kaslarına katılmadığı için noktalı olarak gösterilmiştir. Şeklin net olarak anlaşılabilmesi için merkezi sinir sistemi embriyonun dışına doğru çekilmiştir.

Birinci somit, III. kranial sinirin beyinden çıktığı yerin yanlarında yer alır. Bu somit uzunlamasına yarılarak III. kranial sinir tarafından innerve edilen dört göz küresi kası (**superior rectus, inferior rectus, internal rectus, inferior obliq**) nı oluşturur (Tablo 6 - 1). İkinci somit, IV. kranial sinirin beyinden çıktığı yerin yanlarında yer alır. Bu somit IV. kranial sinir tarafından sinirlendirilen **superior obliq**,

göz kasını oluşturur. Baştaki üçüncü somit (ikinci somitin de katkısıyla) VI. kranial sinirin çıktığı yerin yanlarında yer alır. Bu somit VI. sinir tarafından sinirlendirilen **external (lateral) rectus** kasını verir.

Tetrapod'larda baş somitleri kaybolmaya başladıkları için göz küresi kasları mezenşimden oluşurlar. Ancak tetrapod göz küresi kasları elasmobranş' larinki ile homologtur.

İki obliq ve 4 rektus kasına ilave olarak tetrapod'ların çoğunda göz küresini orbit içine çeken **retractor bulbi** kası vardır. Çoğu amniot'ta göz kapağına ve göz kırpmma membranına uzanan kaslar da vardır (reptil'lerde ve kuşlarda pyramidalis, kuşlarda quadratus, reptil ve memelilede levatör palpebrae superioris) (Tablo 6-1). Bu kasların somatik sinirlerle sinirlendirilmeleri, bunların da myotoma'dan orijinlendiklerini gösterir.

Appendicular kaslar:

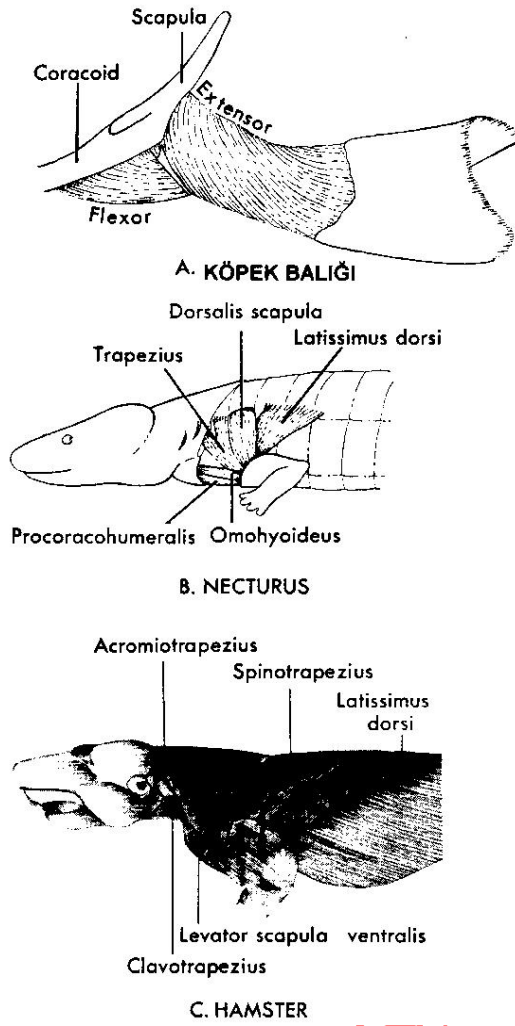
Apendikular kaslar, kemerlere, yüzgeçlere veya ekstremitelere tutunurlar. **Ekstrinsik** appendikular kaslar, aksial iskeletten veya gövde bağ dokusundan çıkar, kemerlere veya ekstremitelere tutunurlar. **Intrinsik** appendikular kaslar, kemerlerden veya proximal iskelet elemanlarından çıkar, daha distalde olan elementlere tutunurlar.

Tüm ekstrinsik kaslar eklemlerin vücuttan uzaklaşmalarına olanak sağlamak için dirençli olmak durumundadırlar. Bu sırada intrinsik kaslar değişikliğe uğramazlar.

Apendikular kaslar çizgili iskelet kasları olup istemli ve myotomal'dırlar. Balıklarda az da olsa her zaman harekete katkıları vardır.

Balıkların appendikular kasları: Peşpeşe gelen birkaç myomerden uzanan Hipaxial kas demetleri, balık yüzgeçlerinin kaidesindeki iskelete ve kemerlere tutunurlar. Yüzgeç kaidesindeki karşılıklı duran iki kas kitlesi oluştururlar. Bu kaslar, dorsal **extensör** ve ventral **flexör** kaslardır (Şekil 6 - 9 A). Bazı özelleşmiş rotator kaslar dışında yüzgeçlerde pek kas bulunmaz ve yüzgeç içine yerleşmiş kaslar (intrinsik kaslar) da yoktur.

Güneşbalığı gibi birkaç balık tamamen çift yüzgeçleri ile yüzdükleri için, apendikular kaslar iyi gelişmiştir, gövde ve kuyruk kasları bulunmaz.



Şekil 6 - 9. Yüksek organizasyonlu balıklarda appendikular kaslardaki özelleşmeler. Balıklar-daki extensörler aynı zamanda levatörler olarak adlandırılır. Flexörler, adduktörlerdir.

Hamster). Bu kaslar, **trepezius**, **sternomastoid** ve **cleidomastoid**'tir ve balıklarda **cucullaris** ile temsil edilir.

Ön ekstremitenin ventral ekstrinsik kasları, ventral iskelet elemanları (sternum, coracoid ve gastralia) na tutunurlar ve humerusa eklemlenmek üzere birbirlerine yaklaşılır. Temel ventral ekstrinsik kaslar **pectoral** kaslardır.

Arka ekstremitelerin ekstrinsik kaslarının harekette daha az rolü vardır, çünkü tetrapod'ların pelvik kemeri hareket edemeyecek tarzda omurgayla kaynaşmıştır. Arka ekstremiteleri hareket ettiren kasların çoğu instrinsik kaslardır.

Tetrapod'ların instrinsik apendikular kasları, ekstremitelerin çeşitli segmentlerini hareket ettirirler. Genel olarak dorsal ve ventral kas kütlelerine ayrılırlar. Fakat ekstremitelerin dönmesi sonucu bu primitif yapı değişmiştir.

Tetrapod' ların appendikular

kasları:

Tetrapodların apendikular kasları balıklarinkinden çok daha karmaşıktır. Karada hareket edebilmek için daha çok kaldırma gücüne gereksinim duyulduğundan, extrinsik kaslar gövdenin daha geniş bir bölgesine uzanmışlardır. Eklemli ekstremiteler, bağlı bulundukları segmentten bağımsız olarak hareket edebilmeleri için de daha fazla intrinsik kasa gereksinim gösterirler.

Ön ekstremitelerin extrinsik kasları, dorsal ve ventral gruplar halinde düzenlenmiştir. Ön ekstremitelerin dorsal extrinsik kas grubu; kafatasının posterior kısmı ve omurgaya veya gövde bağ dokusuna, skapulaya veya humerusun proximal ucuna eklemlenmek üzere birbirlerine yaklaşılır (Şekil 6 - 9 *Necturus* ve

Tablo 6 - 2' de ön ekstremitelerin temel intrinsik kasları verilmiştir. Tablo 6 - 3'te de memelilerde baş, gövde ve ön ekstremitelerdeki temel somatik (myotomal) kaslar verilmiştir.

Tablo 6 - 2 . Tetrapod ön ekstremitelerinin temel intrinsik kasları.

<i>Kemer kasları</i>
Deltoideus (dorsalis skapula)
Subcoracoscapularis
Subscapularis (subkorakoskopularis'ten orijinlenmiş)
Procoracohumeralis
Teres minor (sadece amniot'larda)
Supracoracoideus
Infraspinatus (prokorakohumeralis 'in olası türevi)
Supraspinatus
Coracobrachialis
Teres major (İlk kez reptillerde latissimus dorsi 'den ayrılmış)
<i>Üst kol kasları</i>
Triceps brachii (anconeus)
Humeroantibrachialis (amfibilerin bises 'i)
Biceps brachii
Brachialis
<i>Ön kol kasları</i>
Extensor ve flexor (bilek, el ve parmaklara ait)
Supinator ve pronator (ele ait)
<i>El kemiklerinden parmaklara uzanan kaslar</i>
Flexor, extensor, abducotor ve adductor (parmaklara ait)

*Bu kasların tümü memelilerde iyi gelişmiştir ancak digitigrad ve unguligrad formlarda büyük ölçüde basitleşmişlerdir. Tutunmaları için uzun tendonları vardır.

Branchiomic kaslar:

Brankiomerik kaslar, omurgalılarda yutak yayları ile ilişkili bir seri çizgili, istemli iskelet kaslarıdır (Şekil 6 - 10). Bu kasların çeneleri ve peşpeşe gelen solungaç yaylarını hareket ettirme şekilleri ile ilgili temel model, balıklarda gösterilmiştir (Şekil 6 - 11 A). Tetrapod'larda çeneleri hareket ettirirler. Ancak solungaçların kaybolması ile özellikle posterörde yer alan brankiomerik kaslar yeni fonksiyonlar kazanmışlardır.

I. Yutak yayı kasları: *Squalus*'ta (Şekil 6 -11 A), I. yayın brankiomerik kasları çeneleri hareket ettirir. Büyük bir **adductor mandibul** kası, mekel kıkırdağına tutunur ve **intermandibularis** kası ile birlikte alt çeneyi kaldırır. **Levator maxilla superioris**, postorbital çıkıntı ve otik kapsül üzerinden doğar ve pterygoquadrat kıkırdağa uzanarak üst çeneyi kaldırır. Bu kaslar V. kranial sinirin mandibular kolu ile

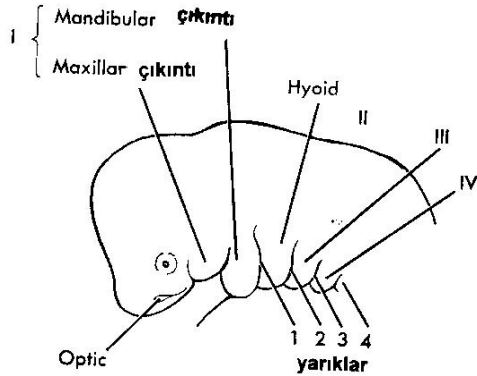
sinirlendirilirler. Balıklardan daha yüksek organizasyonlu olanlarda, I. yayın kasları çeneleri hareket ettirmeye devam eder (Şekil 6-11 B ve C).

Tablo 6 - 3. Memelilerde baş, gövde ve ön ekstremitelerin myotomal kasları

Baş	
<i>Göz küresi</i>	<i>Dil</i>
Superior oblique	Genioglossus
Inferior oblique	Hyoglossus
Medial rectus	Styloglossus
Lateral rectus	Lingualis
Superior rectus	
Inferior rectus	
Gövde	
<i>Epaxial kaslar</i>	<i>Hypaxial kaslar</i>
Longissimus	Hypo - iskelet kasları
Iliocostales	Longus colli
Tranversospinales	Psoas
Intervertebrates	Iliacus
Extensor ve adductor 'lar(kuyruğa)it	Quadratus lumborum
	Obliq grup
	Internal ve external intercostal'ler
	Internal ve external obliq'ler (abdomen'e ait)
	Diyafram
	Cremaster
	Pyramidal
	Transvers grup
	Transversus thoracis
	Transversus abdominis
	Rectus abdominis
	Hypobranchial kaslar
	Geniohyoideus
	Sternohyoideus
	Sternothyroideus
	Thyrohyoideus
	Omohyoideus
Ön ekstremit	
<i>Extrinsic kaslar</i>	<i>Intrinsic kaslar</i>
Levator scapulae	(Bak. Tablo 6 - 2)
Latissimus dorsi	
Rhomboides	
Serratus ventralis	
Pectorales	

Mandibullerin adduktor kasları, tetrapod'larda internal ve eksternal pterygoideus kaslarını da içerir. Adduktor mandibulae kasları daima **masseter** ve **temporalis'** e ayrılır. İntermandibularis burada **mylohyoideus** adını alır ve aynı **digastricus** kaslarını oluşturabilir. Üst çenenin levatör kasları, üst çene kafatasının geri kalan kısmı ile kaynaştığında fonksiyonları bir dereceye kadar azalmıştır. Fakat streptostylik yılanlarda, kertenkele'lerde ve kuşlarda levatör'ler fonksiyonel olmaya devam ederler. Sadece memeli'lerde **tensor tympani** kasları malleus (Mekel

kıkırdağının posteriyör ucu)'un üzerine doğru uzanır ve kulak zarının gerilmesini sağlar.



Şekil 6 -10. Tetrapodlarda yutak yayları.

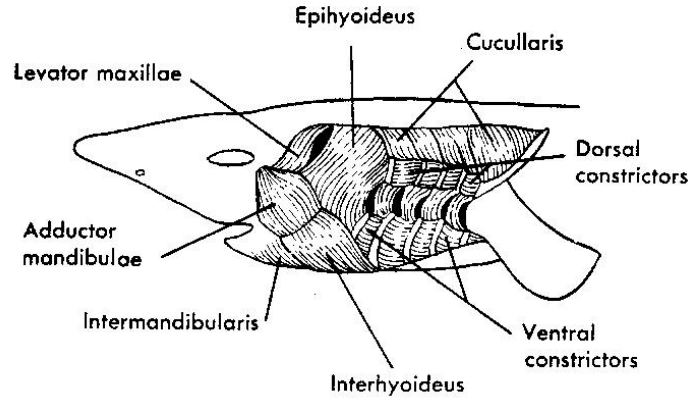
I. yaydan meydana gelen diğer kaslar reptil ve kuşların orbit bölgesinde göz küresinin **protractor** veya **levator** kasları ve alt göz kapağının **depressor (depressor palpebrae inferioris)** kasları olarak görev yaparlar. Bütün bu kaslar V. kranial sinirlerin motor dalları tarafından sinirlendirilirler.

II. Yutak yayı kasları: Squalus'ta

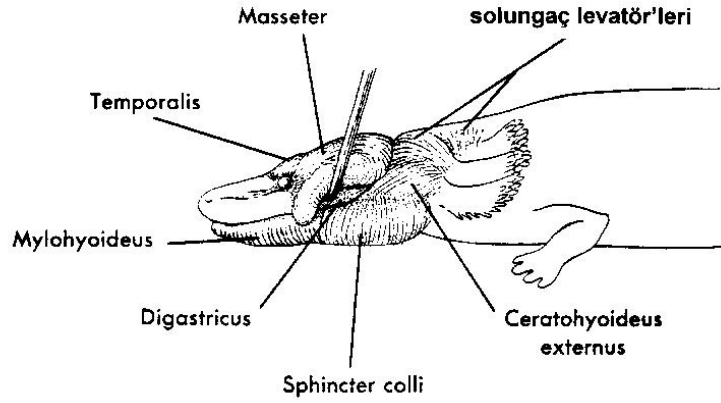
hiyoid yay fonksiyonel olarak çenelerle ilişkilidir ve demibrans taşır. **Constrictor** kaslar dorsalde **epihyoideus** (otik kapsülden hyomandibular ve seratohiyal kıkırdağa uzanır) ve ventralde **interhyoideus** (yutaktan hiyoid kıkırdağa uzanır) u içerir. II. yayın diğer konstriktör ve levatör kasları alt çeneye tutunmak üzere ileri uzanırlar. Kemikli balıklarda hiyoid yayın konstriktör kasları kemik operkulumları hareket ettirir.

Tetrapod'larda ikinci yayın, alt çene ile fonksiyonel olarak ilişkili olan kaslarının bazıları yoktur. Memeliler hariç II. yaydan uzanan ve alt çeneye tutunan büyük **depressör** kaslar vardır (memelilerde bu kasın yerini digastrikus'un posteriyöründen uzanan kısmı alır). Amfibi'lerde mylohyoideus'un anterior kısmı I. yayı, posteriyör kısmı ise II. yayı temsil eder.

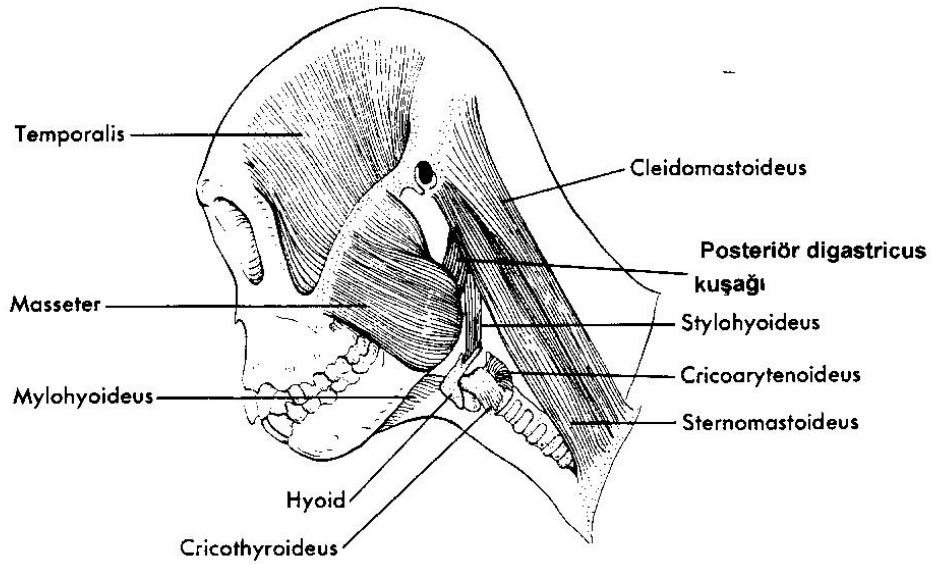
Yüzdeki mimik kaslar; II.yayın **sphincter colli**'sinden orijinlenirler (Şekil 6 - 12). Reptil ve kuşlarda sfinkter kolli, kafatasının arka kısmının etrafında, baş derisine **platysma** olarak tutunmak üzere yayılır. Bu kas memelilerde yüz bölgesinin ön tarafına doğru yayılır ve örneğin köpeğin hırlama ifadesini vermek üzere köpek dişlerinin görünmesini, kulakların ve burun deliklerinin oynatılmasını sağlamak gibi çeşitli faaliyetlerde bulunur. Maymunlarda daha da ileri düzeyde gelişerek gülmede, kaşları çatmada, hırlamada, dudakları büzmede ve diğer yüz ifadelerinin oluşmasında kullanılırlar. Böylece deri kaslarına da katılırlar. Memelilerde **stylohyoideus** ve **stapedius**, ikinci yay orijinlidirler. Stilohyoideus, hiyoid aygıtın anterior boynuzu üzerine uzanır ve yutma işleminde fonksiyoneldir. Stapedius ise stapes'e uzanır. Bu kaslar ve II. yayın tüm diğer kasları, köpek balığında olduğu gibi; VII. kranial sinirin motor lifleri tarafından sinirlendirilirler. Bu sinirin terminal dalları, yüz derisinin hemen altında uzandığı için facial sinir olarak adlandırılır.



A. SQUALUS

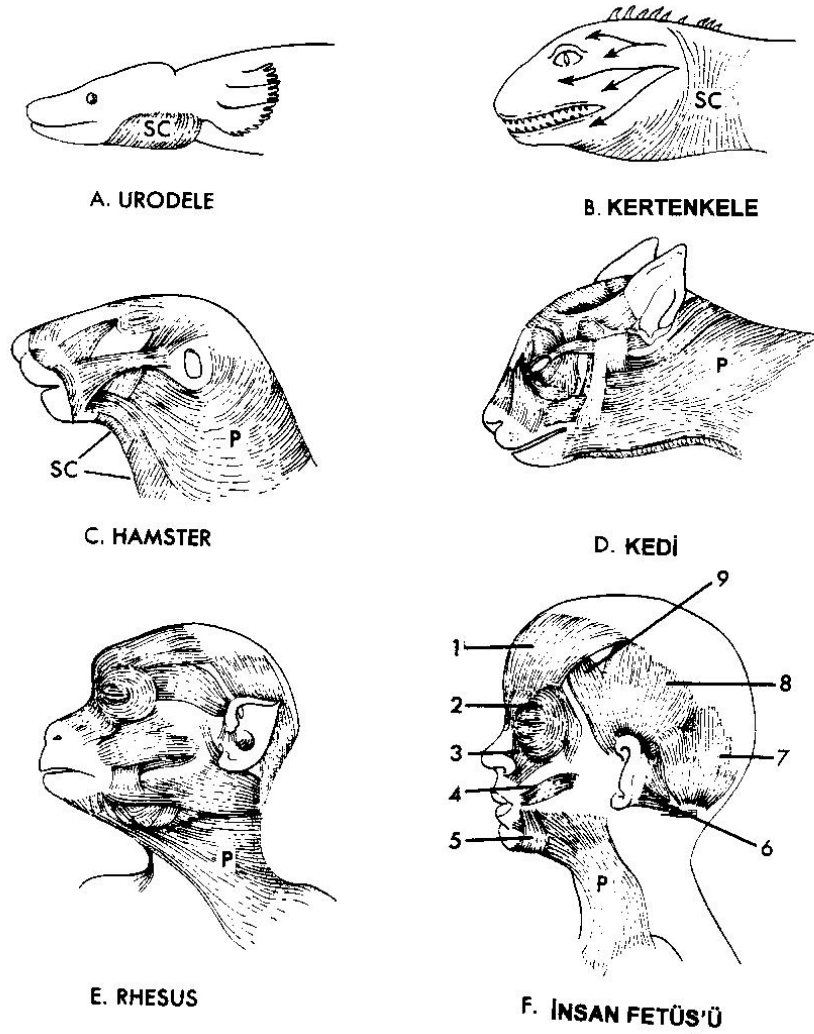


B. URODELA



C. MAYMUN

Şekil 6 - 11. Bazı omurgalılarda brankiomerik kaslar. Sfinkter kolli türevleri maymunda gösterilmemiştir.



Şekil 6 - 12. Aşağı tetrapod'ların hiyoid yay kaslarından mimetik kasların evrimi. Sfinkter kolli (SC), boyunda yayılır ve platysma (P) adını alır. Daha sonra Şekil B de görüldüğü gibi başa ve yüze doğru ilerler. Dört memeli grubunda uzanan mimetik kasların farklılaşmasını karşılaştırın. İnsanda gösterilen : 1, Frontalis; 2, orbikularis akuli; 3, quadatus labii superioris; 4, risorius; 5, triangularis; 6, posterör aurikular; 7, oksipital; 8, superiör aurikular; 9, anteriör aurikular.

III. yutak yayı ve bunu izleyen yayların kasları : *Squalus*' ta III. yaydan VI. yaya kadar olan yayların brankiomerik kasları; solungaç odacığının üstünde ve altında yer alan bir seri konstriktör kas ile solungaç ceplerinin daralıp genişlemesini sağlayan bir seri diğer kas bantları ile temsil edilirler. III. yayın konstriktör kasları, IX. kranial sinirle sinirlendirilirler. Geri kalan kaslar ise X. kranial sinirle sinirlendirilirler. Kemikli balıklarda hiyoid yayın arkasında yer alan brankiomerik kaslar indirgenmiştir. Çünkü operkulumlar solunum akımını büyük ölçüde kontrol ederler.

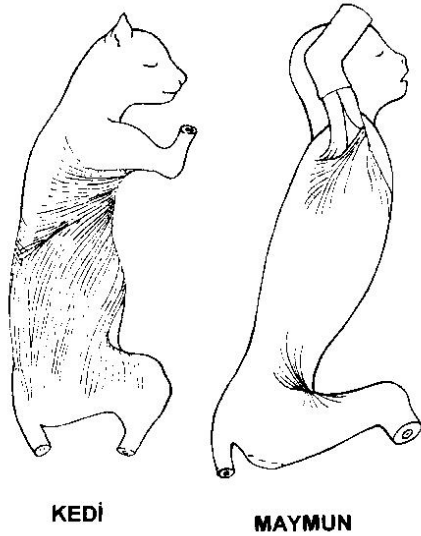
Solungaçları bulunan amfibi'lerde, solungaç yaylarının kasları iyi gelişmiş olabilir. Tam metamorfoza uğramış amfibi'lerde ve amniot'larda, solungaçların kaybı III. ve ardısına gelen visseral yayların brankiomerik kaslarının kaybı ile ilişkilidir.

Tablo 6 - 4. *Squalus* ve tetrapod'larda homolog brankiomerik kaslar ve sinirleri.

Yutak yayları	<i>Squalus</i> 'ta yutak iskeleti	Temel brankiomerik kaslar		Kranial sinirler
		<i>Squalus</i>	Tetrapodlar	
I. (Mandibular yay)	Mekel kıkırdağı	Intermandibularis	Intermandibularis veya türevleri	V
			Mylohyoideus	
			Anteriör karın digastricus	
		Adductor mandibula	Adductor mandibulae veya türevleri	
			Meseter	
			Temporalis	
			Pterygoidei	
			Tensor tympani	
	Pterygoquadrate	Levator maxillae superioris	Protractors ve göz küresi levatörleri	
II. (Hyoid yay)	Hyomandibula	Epihyoideus	Stapedius	
	Ceratohyal		Stylohyoideus	
	Basihyal	Interhyoideus	Interhyoideus(myolo hyoideus'a katılabilir)	
			Depressor mandibulae	
			Posteriör karın digastricus Sphincter colli (gula- ris) veya türevleri	
			Playtsma	
			Mimetic'ler	
III.	Solungaç kıkırd.	Constrictor'lar	Stylopharyngeus	IX
IV. - VI.	Solungaç kıkırd.	Constrictor'lar	Çizgili pharyngeal kaslar	X
			Thyroarytenoideus	
			Cricoarytenoideus	
			Cricothyroideus	
VII.	VII.visseral kıkırdak	Cucullaris (constrictors III-VI dan türevlenmesi olası)	Trapezius Sternomastoideus Cledomastoideus	anamniotlarda Occipitospinal sinirler,amniotlarda XI. sinir

Amniotlarda III. yaydan orijinlenen temel brankiomerik kas, **stylopharyngeus**'tur ve IX. kranial sinir tarafından sinirlendirilir. IV. ve kalan diğer yayların kasları, **thyroarytenoideus**, **cricoarytenoideus** ve **cricothyroideus**' tur. Bu kaslar gırtlakla ilişkilidirler ve X. brankial sinir tarafından sinirlendirilirler. **Cucullaris** kaslar (amniotlarda trapezius ve sternocleidomastoid ile temsil edilirler), kısmen brankiomerik kas serisinden meydana gelirler. Brankiomerik kasların sinirlendirilmeleri Tablo 6 - 4 ' de verilmiştir.

Deri kasları: Balıkların ve amfibi'lerin derileri, alttaki dokulara sıkıca tutunduğu için derinin bağımsız hareketi yoktur. Anura' da deri, dış burun delikleri etrafında sıkıca tutunmuş olduğu halde diğer yerlerde büyük lenf sinüsleri vasıtasıyla altındaki kaslardan ayrılmış durumdadır. Her iki durumda da derinin hareketi çok zayıftır. Pektoral kaslardan çıkan bir kas demeti (**cutenous pectoris**), anura'nın pektoral bölgesindeki deriye bağlanır.



Şekil 6 - 13. Kedi ve primat'ta pannikulus karnosus .

Deri kasları evrimsel gelişimlerinin en ileri düzeyini aşağı memelilerde gösterirler. Çoğu memelinin gövde bölgesi **panniculus carnosus** denilen bir kas tabakasıyla tamamen örtülüdür (Şekil 6 - 12). Bu kas tabakası **latissimus dorsi** ve pektoral kaslardan orijinlenmiştir. *Armadillo*'larda bu kas tabakası hayvan tehlikede iken vücudun küre şekline gelmesine yardım eder. Marsupial'lerde bu kasın sfinkter kısmı marsupial kesenin giriş bölümünü sarar. Atlar ve sığırlar, kaslarının yardımıyla derilerini sallayarak, sineklerin ve diğer rahatsız edici organizmaların kendilerinden uzaklaşmalarını sağlarlar. Diğer memeli'lerde pannikulus karnosus (**cutenous maximus** olarak da bilinir) daha sınırlı bir gelişim gösterir. Primatlarda zayıf gelişmiştir ya da bulunmaz.

Derinin intrinsik kasları sadece kuşlarda ve memeli'lerde bulunur. Tüy folikülünün kaidesine tutunurlar (**arrectores plumarum**) veya kıl folikülüne tutunurlar

Deri kaslarının deriyi seğirmesi veya belli bir yöne çekmesi ilk kez reptil'lerde görülür. Bu hareketler en ileri düzeyde de memelilerde görülür. Brankiomerik bölgenin sfinkter kolli kası başta ve boyun bölgesinde deriye uzanan **platysma**' yı yapar (Şekil 6 - 12). Memeli'lerde platysma yüzün ve kafa derisinin mimiklerini oluşturmak üzere yüz bölgesine doğru ilerlemiştir. Bu kaslar en iyi bir şekilde maymunlarda gelişmiştir. İnsanlarda yaklaşık 30 kadar bağımsız mimik kası vardır (Şekil 6 - 12).

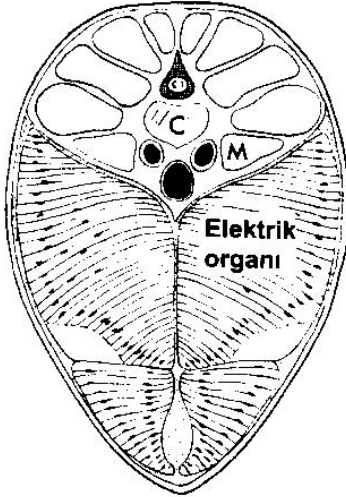
Yılanlarda hipaksial myotomal kasların bir demeti pullu derinin ventral

tarafına uzanır. Bu **costocutenous** kaslar pulları diker ve yılanı sürünme olanağı sağlar. Kuşların pektoral kasları, kanat membranı derisine uzanan **petagial** kasları verir.

(**arrectores pilorum**). Bu errektör kaslar kuşlarda tüylerin kabarmasını sağlarlar. Memelilerde ise herhangi bir tehlike anında kabarak tepki göstermelerini sağlarlar. Bu kaslar, visseral motor sinir lifleri tarafından çalıştırılan kaslardır.

Elektrik organları:

Birkaç elasmobranş ve birçok tatlısu ve deniz teleost'unda bazı kas kütleleri elektrik üretmek, depolamak ve salgılamak üzere son derece değişikliğe uğramıştır. *Torpedo*'da elektrik organı solungaçlara yakın yerde her bir pektoral yüzgeçte yer alır. Bu kas kütlelerinin brankiomerik orijinli olma olasılığı vardır. Çünkü VII. ve IX. kranial sinir tarafından sinirlendirilirler. *Raja*'da ve *Electrophorus*'ta elektrik organları kuyrukta yer alır ve değişikliğe uğramış hypaksial kaslardır (Şekil 6 - 14).



Şekil 6 - 14. Balık kuyruğunda elektrik organı. Her nukleuslu yatay levha (elektroplax) değişikliğe uğramış hypaksial kas hücresidir. C, setrum; M, Epaxial miyomer.

Electrophorus'ta bu organ tarafından meydana getirilen elektrik yükü 500 Volt kadardır. Diğer balıklar düşük voltajlı elektrik organı içerirler ve bu balıklarda yerleşim ve yer belirleme mekanizması olarak görev yaparlar. Aynı zamanda avı sersemletmede, öldürmede ve korunmada kullanırlar. Elektrik organları vertikal veya horizontal sütunlar halinde katlanmış büyük miktarlardaki elektrik diskleri içerirler (bir elektrik balığının kuyruğunda 20.000 kadar olabilir).

Her disk (**electroplax**), pelte benzeri jelatinimsi ekstrasellüler hücre materyali içine gömülü değişikliğe uğramış çok nukleuslu kas hücreleri olup bağ dokusu ile çevrilidir. Elektrik organlarının balıklarda düzenli bir dağılımı yoktur ve çeşitli tipleri büyük bir olasılıkla konvergent evrim sonucu oluşur. Afrika'da yaşayan bir teleost (kedi balığı)'ta elektrik organının kaslı bir yapı olmaktan öte dermiste gömülü bir deri bezinden türevlendiği söylenebilir.