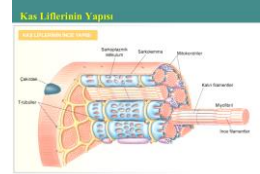
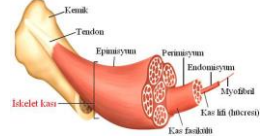


UYARILABİLİR DOKULAR

Müge BULAKBAŞI
Yüksek Hemşire

Kas Doku

- Kasılmak için özelleşmiş bir dokudur.
- Üç farklı kas dokusu bulunmaktadır.
 - İskelet kası, kalp kası ve düz kas
- Kasılma durumunun bilinçli olarak kontrol edilebilmesi nedeniyle iskelet kası istemli kas olarak adlandırılır.
- İskelet ve kalp kası çizgili görünümdedir.
- Kasıcı proteinlerin özel dizilimi nedeniyle oluşan bu çizgili görünüm iskelet ve kalp kasının kasılma mekanizmalarının benzer olmasına neden olur.
- Düz kas çizgili görünüm oluşturmamakla beraber kasılma mekanizması da diğerlerinden farklıdır.



İskelet Kası

- Kemiklerin uçlarına tendonlarla bağlanan ve kasılmaları iskelet sisteminin hareket etmesini sağlayan kastır.
- Dil, özofagusun üst kısmı, anal sfinkter, diyafram kası da iskelet kası içermelerine rağmen iskelet sisteminin hareket etmesine katkıda bulunmazlar.
- İskelet kası içinde yer alan kas lifleri demetler halinde bulunur ve demetin bir ucundan diğer ucuna uzanırlar.
- Kas liflerinin bu şekilde yerleşimi her kas lifinin bağımsız çalışabilmesine olanak sağlar.
- Daha az veya daha fazla kas lifinin kasılmaya katılması oluşturulacak kuvvetin değişmesini sağlayacaktır.

Kalp Kası

- Çizgili olmasına karşın görünüm olarak iskelet kasından farklılık gösterir.
- Kalp kası miyokard hücrelerinin kısa, dallanmış ve birbirine bağlanmış özel yapısıyla oluşan sadece kalpte bulunan kas tipidir.
- Kalp kasının karakteristik hücreleri komşu hücreler arasında interkale disk adı verilen bir yapı oluşturur.
- İnterkale disk oluşumu miyokard hücrelerinin mekanik ve elektriksel olarak iletişiminde olmasını sağlar.
- İskelet kasından farklı olarak kalp, uyarılmış hücrelerin sayısında artış olduğunda daha kuvvetli bir kasılma oluşturmaz.
- Sonuç olarak bir miyokard hücrelerinin uyarılması tüm kalp kasının kasılmasını sağlayacaktır.

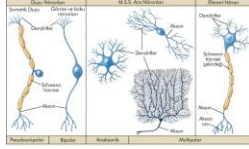
Düz Kas

- Düz kas hücreleri, iskelet kası veya kalp kası gibi çizgili bir görünüme sahip değildir.
- Düz kas sindirim sisteminde, kan damarlarında, akciğerlerin küçük havayollarını oluşturan bronşiyollerde, boşaltım ve üreme sistemindeki kanallarda bulunmaktadır.
- Düz kasın bu organlardaki dairesel yerleşimi kasıldığında lümen daralmaya neden olur.
- Sindirim sisteminde dalga benzeri kasılmalar peristaltizm olarak bilinir ve gıdanın sindirim kanalının bir ucundan diğer ucuna hareket etmesini için gereklidir.

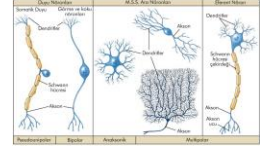
Sinir Dokusu

- Sinir dokusu, elektriksel olayların oluşumu ve iletimi için özelleşmiş olan sinir hücreleri (nöronlar) ile anatomik ve fonksiyonel olarak nöronları çevreleyen destek hücrelerden oluşur.
- Sinir sistemindeki destek hücreleri glia hücreleri olarak adlandırılır.

- Hücre gövdesi; nükleus içerir ve hücrenin metabolik merkezi olarak görev yapar.
- Dentrit; hücre gövdesinin dallanmış sitoplazmik uzantıdır. Diğer nöronlardan veya reseptör hücrelerden gelen girdileri algılar.
- Akson; hücre gövdesinin tek sitoplazmik uzantısıdır. Sinir uyarılarının bir hücre gövdesinden diğer nörona veya efektör hücreye (kas veya bez hücresi) iletilmesinde görev alır.



- Glia Hücresi; impuls iletmekte görevli değildir.
- Nöronların bir arada tutulmasını sağlar: sinir sisteminin hücre dışı ortamını düzenler ve nöronların beslenmesini ve elektriksel aktiviteleri düzenler.
- Glia hücreleri sinir sisteminde nöronlardan sayıları 5 kat fazladır ve kısıtlı bir aktiviteye sahiptir.



Sinir Hücresinde Zar Potansiyeli

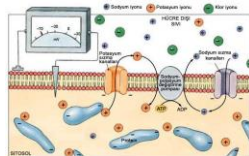
- Hücre zarı genellikle, hücre içi hücre dışına göre negatif olduğundan dolayı elektriksel olarak yüküldür veya polarizedir.
- Bu polarizasyon, zarda pozitif ve negatif iyonların dağılımı eşit olmadığı için meydana gelir.
- Bu kas ve sinir iletimi için çok önemlidir.

İyonların Dağılımı

- Potasyum iyonları başlıca hücre içi pozitif iyon (katyon) iken, sodyum iyonları başlıca hücre dışı iyonudur.
- İyonların dağılımı büyük ölçüde sodyum potasyum pompası ile oluşturulur.
- Bu pompa, sodyum iyonlarını aktif olarak hücre dışına potasyumu ise hücre içine taşır.
- Ayrıca hücre zarında bu iyonları geçiren birtakım kanallar vardır.
- Bu kanallar zar proteinlerinden oluşur ve seçici özellik gösterirler.
- Zarda bulunan bazı kanallar daima açıktır. Buna karşın diğerleri bir kapağı benzer şekilde açık veya kapalı olabilirler.
- Hem kimyasal hem de elektriksel faktörler bu kapalı kanalların açık veya kapalı olmasını etkileyebilirler.

İstirahat Zar Potansiyeli

- İstirahattaki bir sinir hücresi, sinir sinyalleri göndermez ve uyarı oluşturamaz. Dinlenme koşullarında, zarda sodyum ve potasyumun kolaylıkla geçebileceği kapalı olmayan (daima açık) kanallar bulunur.
- Sodyum ve potasyum iyonları, difüzyon kanunlarına göre yüksek konsantrasyondan düşük konsantrasyona doğru zarın izin verdiği ölçüde geçiş yapabilirler.

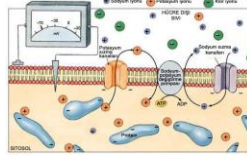


İstirahat Zar Potansiyeli

- İstirahat sırasında, hücre zarı sadece bu iyonlara karşı geçirgendir. Ancak zarın potasyuma karşı geçirgenliği sodyum iyonlarından fazladır. Aynı zamanda bu hücrelerin sitoplazması fosfat, sülfat ve proteinler gibi birçok negatif yüklü iyonlara (anyon) sahiptir. Bunlar hücre içinde sentezlenir ve hücre zarından difüze olamazlar.

İstirahat Zar Potansiyeli

- Zar potansiyeli henüz oluşmamış bir nöron düşündüğümüzde, bu nöronda potasyumun hücre dışına difüzyonu, sodyumun hücre içine difüzyonundan daha hızlı olacaktır. Yani hücreye girenden daha fazla miktar pozitif iyon hücreden ayrılır.

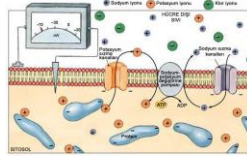


İstirahat Zar Potansiyeli

- Sonuç olarak zar dışında gereğinden fazla pozitif yük kazanılır ve hücre içi zardan geçemeyen negatif yüklü iyonlarla yüklenir. Bu durum hücre zarının dışında pozitif, içinde ise negatif elektrik yüklerinin meydana gelmesine neden olur.

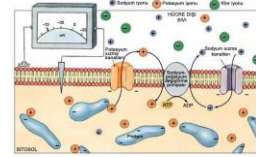
İstirahat Zar Potansiyeli

- Bütün bu süreçte, hücre sodyum ve potasyum iyonlarının aktif olarak zıt yönde taşınması için ATP şeklindeki metabolik enerjiyi harcamaya devam eder. Böylece bu iyonların konsantrasyon farkları devam eder.



İstirahat Zar Potansiyeli

- İki ortam arasında elektriksel yük volt olarak ölçülebilir.
- Hücre zarının iki yanındaki potansiyel farklılık, zar potansiyeli olarak adlandırılır ve milivolt olarak ölçülür. İstirahat halindeki bir nöron sinyal oluşturamaz ve başka nöronlardan sinyal alamaz. Bu durumda nöronda ölçülen potansiyele istirahat zar potansiyeli denir ve değeri -70 milivolt kadardır.



Lokal Potansiyel Değişiklikler

- Nöronlar uyarılabilir, yani yüzeylerinde olan değişimlere yanıt verebilirler. Örneğin bazı nöronlar sıcaklık değişimlerini, ışığı veya vücut dışındaki basıncı algırlar; buna karşın vücut içindeki bazı sinyallere yanıtlar oluşturan başka nöronlar da vardır. Her iki durumda da hücre zarı bir uyarıya maruz kaldığında sıklıkla zar potansiyelleri etkilenir ve bazı lokal potansiyel değişimler olur.

Lokal Potansiyel Değişiklikler

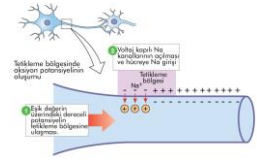
- Çeşitli uyarılar zardaki iyon kapılı kanalların açılmasına neden olarak zar potansiyeline bazı değişiklikler oluştururlar. Sonuç olarak zar potansiyeli, istirahat potansiyel düzeyinden daha negatif düzeye gelir ve uyarılma daha da zorlaşır. Bu sırada oluşan elektriksel potansiyele hiperpolarizasyon adı verilir. Eğer zar daha az negatif olursa, bu potansiyel depolarizasyon olarak adlandırılır.

Lokal Potansiyel Değişiklikler

- İstirahat potansiyelinde değişimlerin derecesi uyarıların yoğunluğuna bağlı olarak değişiklik gösterir. Örneğin; bir zar depolarize olursa, daha şiddetli uyarılar daha büyük depolarizasyonlar oluşturacaktır. Eğer nöronlar yeterince depolarize olmuşlarsa, zar potansiyeli eşik potansiyel olarak adlandırılan seviyeye ulaşabilir. Uyarılar eşik değere ulaşırsa, sinir sinyallerinin temelini oluşturan aksiyon potansiyeli ile sonuçlanır.

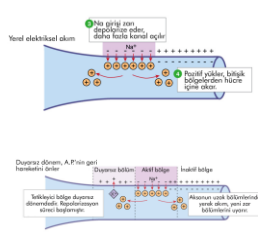
Aksiyon Potansiyeli

- İstirahat zar potansiyeli sırasında, kapalı olan sodyum kanalları, eşik değere ulaşıldığında hemen açılır ve sodyum geçirgenliği artar. Sodyum iyonları, konsantrasyon farkına bağlı olarak hücre zarından içeriye doğru difüze olurken, zarın iç tarafındaki negatif elektriksel yük bu geçişe yardımcı olur.
- Sodyum iyonları içeriye doğru difüze olduklarında, zar potansiyelinde önceki istirahat değerlerine göre değişimler meydana gelir ve iç taraf pozitif yüklenir. (depolarizasyon)



Aksiyon Potansiyeli

- Voltaj-kapılı sodyum kanalları hızla kapanır. Kısa bir süre sonra voltaj-kapılı potasyum kanallarının geçirgenliği artar. Potasyum iyonları zarın bir bölümünden dışarıya difüze olduğunda, zarın iç bölümü tekrar negatif yüklenir. Zar böylece repolarize olur. Aynı anda voltaj-kapılı potasyum kanalları hemen kapanır. Bu yolla istirahat zar potansiyeli hızla yeniden oluşturulur ve başka bir uyarıya kadar bu istirahat düzeyinde kalmaya devam eder.

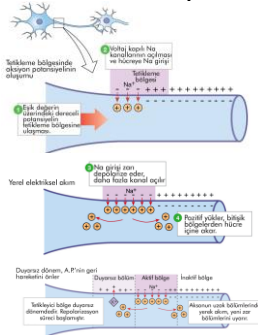


Aksiyon Potansiyeli

- Aksonlar zar potansiyelleri oluşturabilirken, hücre gövdesi ve dendritler oluşturamazlar. Tetikleyici bölgede aksiyon potansiyeli, iyonların akson içinde akımı ile meydana gelir. Bu potansiyel daha sonra bitişik zarda eşik değere ulaşmasını sağlayarak başka bir aksiyon potansiyelini tetikler. Bu ardışık olaylar, bir seri aksiyon potansiyellerinin oluşumunu sağlar ve akson son ucuna kadar akson alt dallara ayrılrsa bile genlikte bir azalma olmadan iletilir.
- Aksiyon potansiyelinin akson boyunca iletilmesi sinir sinyali (impuls) olarak adlandırılır.

Sinir Sinyalinin İletimindeki Olaylar

1. Sinir hücre zarı sodyum ve potasyum iyonlarının konsantrasyon farklarına paralel difüzyonu ile ve hücre pompasının farklara zıt yönde pompalanması yoluyla istirahat zar potansiyelinin devamlılığını sağlar.
2. Uyarılan nöronlar, eşik değere ulaşmak için lokal potansiyellere neden olur.
3. Aksonun tetikleyici bölgesindeki sodyum kanalları açılır.
4. Sodyum iyonlarının içeriye difüzyonu ile zar depolarize olur.
5. Zar potasyum kanalları açılır.
6. Potasyum dışarıya difüzyona uğrar ve zar repolarize olur.



Hep veya Hiç Yanıtı

- Sinir sinyallerinin iletimi bir hep veya hiç yanıtı oluşturur. Diğer bir deyişle, herhangi bir zamanda sinire verilen bir uyarı eşik düzeyinde veya üstünde ise sinir sinyali iletilebilir ve tüm iletilen sinyaller akson boyunca aynı genliktedir. Uyarının şiddetinin daha da artırılması saniyedeki sinyal frekansını artırır, ancak sinyalin genliğine bir etkisi olmaz.

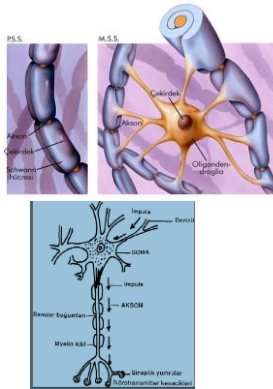
Refrakter Dönem

- Bir sinir sinyalinin sonra hemen kısa bir süre içinde, eşik şiddetini aşan başka bir uyarı aksonda başka bir sinyali ateşleyemez. Bu kısa döneme refrakter dönem denir.

SİNYAL İLETİ ŞEKİLLERİ

- Myelinli olmayan aksonlar bir sinyali yüzeyi boyunca iletir. İleti kesintisiz olduğundan dolayı bu tür iletme devamlı ileti adı verilir. Myelinli aksonların ise fonksiyonları daha farklıdır. Myelin yüksek oranda suyu ve suda çözünen maddeleri sevmeyen lipit içerir. Böylece lipit, bir elektriksel yalıtkan madde olarak fonksiyon görür ve zar boyunca tüm iyonların akışını engeller.

- Myelin kılıfının, sinir sinyalinin iletimini önleyebileceği sanılabilir. Eğer kılıf devamlı olsaydı bu doğru olabilirdi. Bununla birlikte schwann hücreleri veya oligodendroglia hücreleri arasındaki ranvier boğumları bu kılıfları aralıklarla keser.



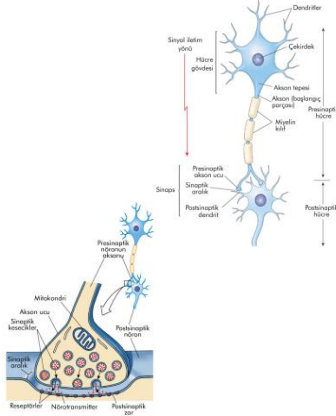
- Myelinli akson eşik şiddette uyarıldığında, tetikleyici bölgede bir aksiyon potansiyeli meydana gelir. Bu aksiyon potansiyeli bir elektriksel akıma neden olur ve tetikleyici bölgeden akson boyunca ilerler. Lokal akımlar ilk boğuma geldiğinde zar eşik şiddette uyarılır ve bir aksiyon potansiyeli meydana gelir. Bu elektriksel akım bir sonraki boğuma aktarılır. Sonuç olarak sinir sinyalleri myelinli akson boyunca ilerler ve aksiyon potansiyelleri sadece boğumlarda oluşur. Aksiyon potansiyellerin boğumdan boğuma sıçrayarak ilerlediği görülür ve bu nedenle bu şekilde meydana gelen sinir iletimine sıçrayıcı ileti adı verilir. Myelinli aksonlarda iletim, myelinli olmayan aksonlardan birçok kez daha hızlı olarak gerçekleşir.
- Akson çapları aynı zamanda sinir ileti hızlarını etkiler, daha büyük çaplı lifler daha hızlı ileti yaparlar.

Sinaptik İletim

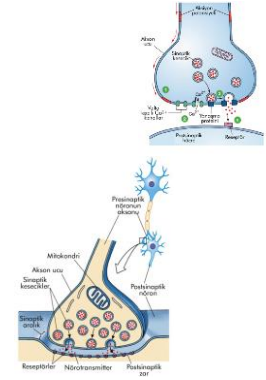
- SİNAPS
- Bir sinir aksonu çoğu zaman diğer bir sinir hücresine yaklaşır ve bazı durumlarda onunla temas kurar.
- Aksiyon potansiyeli, akson son ucuna ulaştığında diğer sinir hücresini direkt olmayan yolla uyarır veya inhibe eder.
- Bazen aksiyon potansiyeli bir hücreden diğerine direkt olarak geçebilir.
- Bununla birlikte, çoğu zaman aksiyon potansiyeli akson terminalinden diğer bir sinir hücresini etkileyen bir kimyasal nörotransmitterin serbestlenmesini uyarır.

- Sinaps, bir sinir hücresi ile diğer bir hücre arasındaki fonksiyonel bağlantıdır.
- Merkezi sinir sisteminde ikinci hücre aynı zamanda bir nörondur.
- Periferik sinir sisteminde ise ikinci hücre bir sinir hücresi olabileceği gibi kas hücresi veya bez hücresi olabilir.

- Sıklıkla iletim tüm sinapslarda sadece bir yönde ilerler.
- Birinci nöron akson ucundan (presinaptik nöron) ikinci nörona (postsinaptik) doğru.
- Sinapslar çoğunlukla, presinaptik nöron aksonu ile postsinaptik dendritleri veya hücre gövdesi arasında meydana gelir.

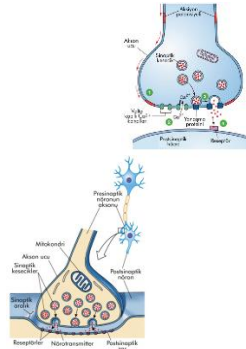


- Bazı sinapslarda iletim elektriksel olarak gerçekleşir.
- Bu çeşit iletimde aksiyon potansiyeli bir hücreden diğerine direkt olarak iletilir ve hücreler arasında yakın temas bölgeleri vardır.
- Bundan dolayı iletim oldukça kısa sürede gerçekleşir.
- Bazı sinapslarda ise iletim kimyasal yolla meydana gelir.
- Bu tür sinapslar da presinaptik uçtan nörotransmitterler adı verilen kimyasal maddeler serbestlenir ve postsinaptik hücrede aksiyon potansiyellerinin oluşmasını sağlar.
- Çoğu sinir-kas kavşağında serbestlenen nörotransmitter asetilkolindir. (Ach)



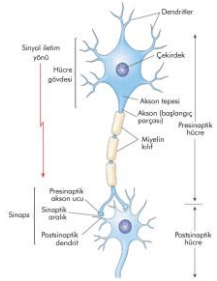
Nörotransmitterin serbestlenmesi

- Nörotransmitter moleküller, presinaptik nöron sonlanmasında zarla kaplı sinaptik veziküllerin içinde bulunurlar. Vezikül içinde bulunan bu nörotransmitter maddelerin sinaptik aralığa serbestlenmesi için vezikülün ekzositoz mekanizması yoluyla akson zarı ile birleşmesi gerekir.
- Nörotransmitter moleküller, presinaptik akson terminallerinden serbestlenince hızlı bir şekilde sinaptik aralığa geçer ve postsinaptik zara ulaşır.



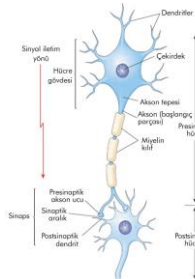
Sinirsel İletim

- Alınan uyarıların, sinapslardan farklı şekilde merkezi sinir sistemine dağılışı ve farklı şekilde tepkime organlarına iletilişi, canlılarda davranışın, insanda öğrenmenin, zekanın, belleğin ve karmaşık işlevlerin özünü oluşturur



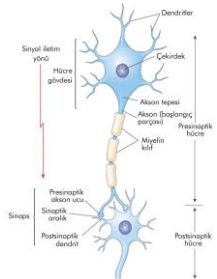
Sinirsel Değerlendirme

- Uyarıların sensitiv sinirlerle merkezi sinir sistemine iletilmesi sonucu, beyin korteksinde (kabuğunda) ve omurilikte oluşan, yanıtlama (tepkime) işlevidir.
- Bu işlev, merkezi sinir sisteminin yapısında bulunan inter nöronlarda gerçekleşir.



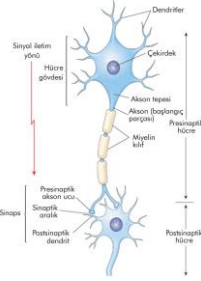
Sinirsel Değerlendirme

- Merkezi sinir sistemini oluşturan nöronlar iç ya da dış ortamlardan kendisine gelen uyarıları (afferent) değerlendirir ve bu uyarılara karşı bir tepki (yanıt) uyarısı oluşturur.
- Merkezde oluşturulan bu uyarılar motor nöronlar tarafından efektör organa götürülerek sinirsel bir tepkime gerçekleşir.



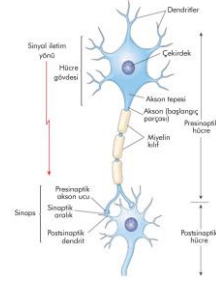
Sinirsel Tepkime

- Merkezi sinir sisteminde tepki olarak oluşan ve motor nöronlarla gönderilen uyarılar tepkime organında (effektör) bir etki yaratır.
- Bu etki hızlandırıcı ya da yavaşlatıcı olabilir.



Sinirsel Tepkime

- Örneğin bir kasın hareketi (kasılması) artabilir ya da yavaşlayabilir (gevşeme) veya bir bezin salgılaması hızlanabilir ya da yavaşlayabilir.
- Böylece iç ve dış uyarılara karşı organizmanın ihtiyacını giderecek ya da sabitliğini (homeostasis) koruyacak bir düzenleme yapılır.



İskelet Kasları

- Nöronların fonksiyonlarına göre sınıflandırılması:
- Afferent nöronlar: vücudun değişik bölgelerinden aldıkları uyarıyı merkezi sinir sistemine ileten nöronlardır.
- Efferent nöronlar: uyarıyı merkezi sinir sisteminden alarak vücudun hareket ve salgı organlarına götüren nöronlardır.
- İnter nöronlar: merkezi sinir sisteminde afferent ve efferent nöronlar arasında bağlantıyı sağlar

- İskelet kasları, somatik motor nöronların uyarılması ile kasılan farklı kas liflerinden oluşur.
- Her bir nöron dalı çok sayıda kas liflerini innerve eder.
- Farklı sayıda motor nöronun aktivasyonu tüm kaslarda farklı derecelerde kasılma kuvveti ile sonuçlanır.

İskelet Kasları

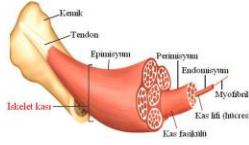
- İskelet kasları genellikle sıkı bağ dokusundan oluşan tendonla kemiklerin uçlarına tutunurlar. Bir kas kasıldığında tendonlarda gerim meydana gelir. Kas gerimi genellikle eklemi oluşturan kemiklerden birinde diğerinden daha fazla harekete neden olur.

İskelet Kasları

- İskelet hareketleri, eklem tipine ve kas bağlantılarına bağlı olarak çeşitli şekillerde olabilir. Örneğin: fleksör kaslar kasıldığında, bir eklemden açı daralır. Ekstensör kaslar kasılması ise açığı genişletir.
- Herhangi bir iskelet hareketinde başlıca hareket ettiren kas agonist olarak adlandırılır. Örneğin fleksiyonda, fleksör kaslar agonisttir. Fleksör ve ekstensörler aynı eklemden zıt aktivite gösterdiklerinden birbirine karşı antagonist kaslardır.

İskelet Kaslarının Yapısı

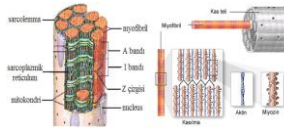
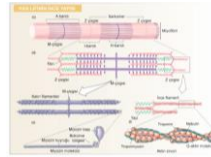
- Tendonların içinde fibröz bağ dokusu proteinleri, kasın çevresinde düzensiz olarak uzanır ve bir kilif oluşturur; buna epimisyum adı verilir.
- Bağ dokusu, bu dış kiliftan kas küfflesinin iç bölümlerine doğru uzanır ve kasi sütun veya fasiküllere ayırır.
- Bu fasiküllerden her biri kendi bağ dokusu kilifları ile kaplanır ve perimisyum olarak adlandırılır.
- Kas fasikülü kesilip ayrıldığında mikroskop altında birçok kas lifleri veya miyofibriller görülür.
- Liflerin her biri plazma zarı (sarkolemma) ve endomisyum adı verilen ince bir bağ doku katmanı ile sarılmıştır.



- Tendonlar, epimisyum, perimisyum ve endomisyumda bağ dokuları devamlı olduğu için kas lifleri kasıldığında tendonlarından ayrılmaz.

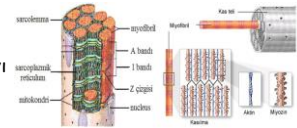
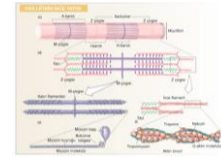
İskelet Kaslarının Yapısı

- İskelet kas liflerinin en önemli özelliği mikroskop altında çizgili karakter göstermesidir. Çizgiler liflerin enine uzanan açık ve koyu bantları tarafından oluşturulur.
- Koyu bantlar A bantları olarak, açık bantlar ise I bantları olarak adlandırılır. Elektron mikroskopunda incelendiğinde, I bantlarının ortasında ince koyu çizgiler görülür. Bunlara Z çizgileri denir. A, I ve Z sembolleri kas liflerinin fonksiyonel yapısını ifade etmede faydalıdır. A ve I harfleri sırasıyla anizotropik ve izotropik anlamlarına karşılık gelir.



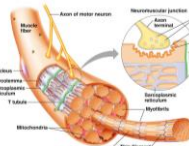
İskelet Kaslarının Yapısı

- Miyofibrillerin koyu renkli kalın olanı miyozin, ince açık renkli olanı ise aktindir.
- Kas lifi içindeki miyofibrillerin yapısında, miyoflament denilen ince telcikleri oluşturan dört çeşit protein vardır.
- Bunlardan aktin, troponin, tropomiyozin (ince filamentleri) ve miyozindir.
- Bu filamentler kasılmayı sağlar.

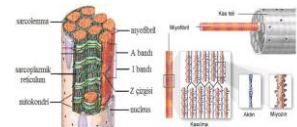
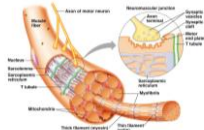


İskelet Kaslarında Kasılma Mekanizması

- Vücutta her bir kas lifi, somatik motor nöronun tek bir akson ucu tarafından innerve edilir. Motor nöron, kasılma oluşturmak için sinir-kas kavşağında asetilkolin serbestlenmesi ile kas lifini uyarır. Sinir-kas kavşağında, kas liflerini sarkolemmasında özel bir bölge motor son pla olarak adlandırılır.

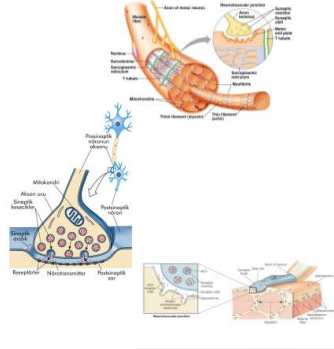


- Her bir kas lifi fonksiyonel olarak beyin veya medulla spinalisten gelen bir motor nöron aksonu ile bağlantı kurar.
- Bu fonksiyonel bağlantıya sinaps adı verilir.
- Sinaps bilgiyi aktarmaya yarayan bir alandır.
- Nöronların hücrelerle olan iletişimlerini sinapslardan serbestlenen nörotransmitter adı verilen kimyasallar tarafından kontrol edilir.



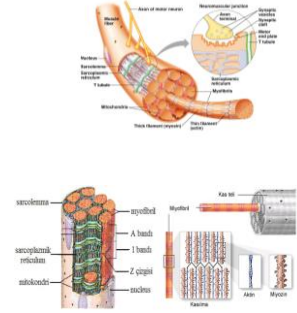
İskelet Kaslarında Kasılma Mekanizması

- Normal olarak bir iskelet kas lifinin kasılması ancak bir motor nöron tarafından uyarılmasına bağlıdır. Bir akson ve bir kas lifinin bulunduğu bu bölgeye sinir-kas (nöromusküler) kavşağı adı verilir.
- Kas lifi zarı ile nöron zarı arasındaki küçük bir boşluk sinaptik yarık olarak adlandırılır. Sinir lifinin distal ucu ile mitokondri ve nörotransmitterleri depolayan bir çok vezikül (sinaptik vezikül) bakımından zengindir.



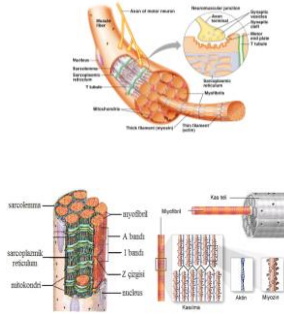
Kasılmanın kayan Filament Teorisi

- Miyofilamentler : kas hücreleri elektron mikroskopunda incelendiğinde, her bir hücrenin miyofibril adı verilen bir çok alt üniteden oluştuğu görülür. Her bir miyofibril miyofilamentler denilen küçük yapılar içerir.



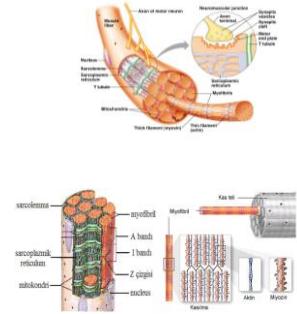
Kasılmanın kayan Filament Teorisi

- Kalın filamentler, primer olarak miyozin proteininden ve ince filamentler ise aktin proteininden oluşur.



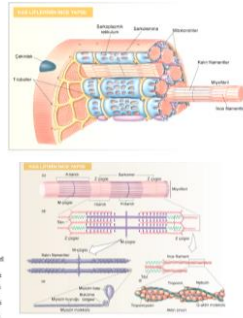
Kasılmanın kayan Filament Teorisi

- I bandının merkezindeki ince çizgiye Z çizgisi denir. İki Z çizgisi arasındaki ince ve kalın filamentten oluşan düzenleme, sürekli tekrarlayan bir kalıptır ve çizgili kas kasılmasının temel alt üniteleri olarak işlev görür. Bir Z çizgisinden diğer Z çizgisine uzanan bu alt ünitelere sarkomer adı verilir



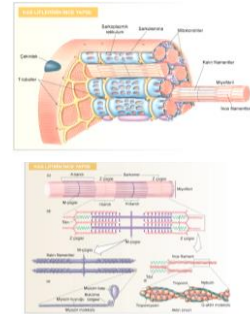
Kayan Filament Teorisi

- Bir kas kasıldığı zaman, liflerin kışalmasına bağlı olarak kas boyu azalır. Kas liflerinin kışalması, sırasıyla önce iki Z çizgisi arasındaki mesafenin kışalması sonra miyofibrillerin kışalması sonu meydana gelir



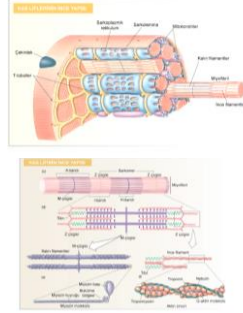
Kayan Filament Teorisi

- Bununla birlikte, sarkomer boyunun kışalması sırasında A bantları kışalmaz, ancak birbirlerini kapatırlar. I bantları - ardışık A bantları arasındaki aralığı gösterir- boy olarak kışalır. I bantlarını oluşturan ince filamentler kışalmaz. Araştırmalar kas kasılma sırasında ince ve kalın filamentlerin boylarının değişmediğini göster



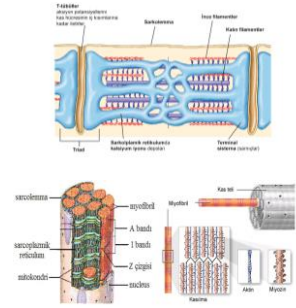
Kayan Filament Teorisi

- Sarkomerin kılması filamentlerin kılmasından ziyade ince filamentlerin kalın filament üzerine kaymasından oluşur. Kılalma sürecinde, ince filamentler A bandında gitikçe daha derine kayar ve merkeze doğru yaklaşır.



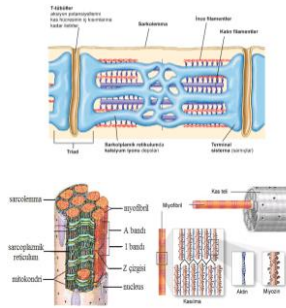
Kas Gevşemesi

- Aksiyon potansiyelleri devam ettiği sürece -kasin nöronlarla uyarılmasının sürdürülmesi durumunda- kalsiyum serbestlenmesi için sarkoplazmik retikulumdaki kanallar açığa kalmaya devam edecek, kalsiyum sarkoplazmik retikulumdan pasif olarak difüze olacak ve sarkoplazmik retikulumda kalsiyum konsantrasyonu yüksek kalacaktır.



Kas Gevşemesi

- Bu aktiviteyi durdurmak için aksiyon potansiyeli oluşumu kesilmeli ve kalsiyumu serbestleyen kanallar kapanmalıdır. Bu oluştuğunda sarkoplazmik retikulumdaki taşıyıcıların etkileri baskın hale gelir. Bunlar kalsiyumu sarkoplazmadan sarkoplazmik retikuluma taşıyan aktif taşıyıcı pompalardır. Bu aktif pompalar, kas kılması için ATP'nin hidrolizine gereksinin duydukları gibi, kas gevşemesi için de ATP gereksinin pompalardır.



İskelet Kasında Kasılma Şekilleri

- KAS SARSISI:** kas kılması kasın kılması sağlar ve gerim oluşur, böylece bir iş gerçekleştirilebilir. İskelet kaslarının kontraksiyon kuvveti, kasın kısıtlanabilmesi için kasa yüklenen kuvveti geçebilecek kadar yüksek olmalıdır.
- Kas lifi, yeterli voltajda tek bir elektriksel uyarı ile stimüle edildiğinde hızlıca kasılır ve gevşer. Bu elde edilen cevaba bir kas sarsısı adı verilir.

Sumasyon ve Tetanus

- Uyarıların voltajının artırılması kas sarsısının şiddetini artırır ve sonuçta maksimum bir değere ulaşır. Bir kas kontraksiyonunun şiddeti bu yüzden dereceli olabilir veya çeşitlidir -iskelet hareketlerinin kontrolünde bu gereklidir. Birinciden sonra hemen ikinci bir elektrik uyarısı verilecek olursa, kısmen birincinin üstüne binen ikinci bir kas sarsısı oluşacaktır. Bu yanıt sumasyon olarak adlandırılır.

Sumasyon ve Tetanus

- Daha güçlü kasılmalar daha büyük sayıda kas liflerinin uyarılması ile oluşturulur. İskelet kasları böylece dereceli kontraksiyonlar oluşturabilirler. Oluşan kuvvet, tek bir kas lifinin kılma kuvvetinden ziyade uyarılan kas liflerinin sayısına bağlıdır. Sarsıların arasında gevşeme zamanı gittikçe kısalmaya ve kılma kuvveti amplitüdünün sürekli artması başarılabilir. Bu etki tam olmayan tetanus olarak bilinir. Kılma normal kasılmalar iken düz ve devamlı karakter kazanır. Bu düz ve devamlı kontraksiyon tam tetanus olarak adlandırılır.

Merdive Etkisi (Treppe)

- eğer izole bir kas lifinde elektriksel uyarıların voltajı sıfırdan dereceli olarak artırılırsa, kas sarsmalarının kuvveti uyumlu olarak artış gösterecektir ve kas liflerinin tümü uyarıldığında maksimal bir değere ulaşacaktır. Bu kas kasılmasının kademeli niteliğini gösterir. Eğer maksimal bir voltajda bir seri elektrik şokları, herbir şok ayrı bir sarsı oluşturacak şekilde yeni bir kas lifine verilecek olursa, sarsmaların herbiri birbirine eklenerek ardışık olarak daha da güçlenecek ve bir maksimum değere ulaşacaktır. Buna merdiven etkisi (treppe) denir.

Kasın Kasılma Mekanizması

- Kasların uyarılması için belirli bir şiddet düzeyinde uyarı olmalıdır.
- Kasın kasılmasını sağlayan en küçük uyarı şiddetine, eşik şiddeti denir.
- Kas, eşik şiddetinden daha küçük değerlerdeki uyarılara tepki göstermezken eşik şiddetinden daha yüksek değerlerdeki uyarılara da aynı şiddette tepki gösterir.
- Bu olaya, "ya hep ya hiç yasası" denir.

Kas Yorgunluğu

- Kas uzun süren aktiviteye maruz kalırsa yorulur.
- Kasın kan dolaşımı aksatılırsa yorulma daha çabuk olur.
- Kas yorgunluğunun esas nedeni, oksijen yetmezliği ve metabolizma artıklarının (metabolitlerin) birikmesidir.

Kas Yorgunluğu

- İskelet kaslarında kontraksiyon için gerekli enerji ya doğrudan ATP'den ya da glikozun oksijen ile yanması sonucu elde edilir.
- Kasların kısa süreli kasılmalarında enerji ATP'den sağlanır.
- Ancak uzun süreli kasılmalarında ATP'den yeterli enerji sağlanamaz ve ihtiyaç duyulan oksijen hemen bulunamaz.

Kas Yorgunluğu

- Bu durumda geçici enerji glikozun laktik asite dönüşmesi ile sağlanır.
- Bu süreç oksijene gerek duyulmaz ama kaslarda biriken laktik asit yorgunluğa ve kas ağrılarına neden olur.
- Bu nedenle oksijensiz süreç uzun süre devam edemez, laktik asit birikmesini durdurmak için oksijenin hemen karşılanması gerekir.

- Kas tonüsü: Bireyler bilinçli olduğu sürece iskelet kasları dinlenme süresinde bile hafif kasılı haldedir. Kaslardaki bu gerginliğe, kas tonüsü denir.

İnsan Vücudunda En Güçlü Kas



İskelet Kasında Hipertrofi



İskelet Kasında Atrofi



?



REFLEKS

- Refleks, organizmaya etki yapan bir uyarıya karşı, organizmanın istem dışında vermiş olduğu tepkidir.
- Çevreden alınan uyarıların beyne ulaştırılmadan istegimiz dışında bu uyarılara karşı gösterilen ani tepkilere, refleks denir.
- Refleks hareketinin oluşması için en az bir reseptör, bir duyu siniri, bir merkez, bir motor sinir ve efektör organ gereklidir.
- Bu yapıların hepsine refleks arki denir.



- Bir refleks arkında beş çeşit nöral hücre işlev yapar. Bunlar:
 - Uyarıyı alan hücreler (reseptör)
 - Uyarıyı merkeze getiren ve duyuran sensitiv nöronlar
 - Merkezde tepki oluşturan ara nöronlar
 - Merkezde tepki uyarılarını efektör organa götüren çalıştırıcı motor nöronlar
 - Motor uyarıların tepkime yarattığı kas veya bez hücreleridir.(effektör)

- Bir refleks arkında sinirsel iletim geri bildirim mekanizmasına göre gerçekleşir.
- Örneğin parmağını ateşe uzatan bir kişinin derisindeki reseptör hücreler ısı uyarısını alır. Bu uyarının oluşturduğu duyurucu uyarı (impuls) sensitiv nöronlarla omurilikteki ara nöronlara iletilir, ara nöronlarda tepkisel bir yanıt oluşturulur ve oluşan yanıt (impuls) motor nöronlara aktarılır.
- Motor nöronlar ise ara nöronlardan aldığı tepkisel uyarıları ilgili kaslara (kol kaslarına) iletir ve parmağın ateşten çekilmesi (tepkime) sağlanır.
- Böylece refleks arki en kısa yoldan, en seri şekilde tepki organına davranış yaptırarak (el ateşten geri çekilerek) parmak ateşin olumsuz etkisinden korunmuş olur.

- Bu olayda yani refleks anında uyarı serebral kortekste algılanmaz ve yorumlanmaz, daha doğrusu uyarının niteliği hakkında bilgi sahibi olunmaz.
- Çünkü bir uyarıya karşı merkezi sinir sisteminde oluşturulan yanıt serebral korteksten geçmez.
- Bu nedenle refleksde uyarı algılaması ve bellemesi oluşmaz.
- Ancak uyarının niteliği refleks olayı gerçekleştikten sonra beyin korteksine iletilir.
- Bu nedenle ateşin yarattığı etki (ağrı) refleks olayından sonra duyulur.

