اصول و افزارهای توانبخشی

دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سیرجان

گروه مهندسی پزشکی

مدرس: سوسن پورامینائی

ارزشیابی

- سمینار*: ۲ نمره
- کوییز های کلاسی:۲ نمره
- حضور فعال:۲ نمره
- امتحان پایانی: ۱۴ نمره

- Email: susan.aminaee@gmail .com
- Site: susanaminaee.ir

*سمینار: درک و ارائه حداقل یک مقاله در مورد یک موضوع مرتبط با عنوان درس که در سالهای اخیر چاپ شده است.

فصل اول: معرفی مباحث مرتبط با توانبخشی

تندرستی: طبق آخرین تعریف سازمان بهداشت جهانی، تندرستی به معنای سلامتی جسمی، ذهنی و اجتماعی است.

معلولیت: عبارت است از هرگونه ایجاد اختلال در رابطه بین فرد و محیط؛ یا مجموعه ای از عوامل جسمی، روانی و اجتماعی و یا ترکیبی از آنها به نحوی در زندگی شخص اثرسوء برجا گذاشته است و مانع ادامه زندگی وی به صورت طبیعی گردیده است. چنین فردی معلول نامیده میشود.

تاریخچه توانبخشی در جهان:

۱. دوران حذف و طرد معلولان در جامعه
۲. دوران نگهداری افراد معلول در خانه ها و دورکردن آنها از معرض دید عموم
۳. دوران نگهداری معلولان در شبانه روزی ها براساس نوع معلولیت
٤. مرحله تشویق و حمایت معلولان در جهت زندگی در کنار خانواده و جامعه
٥. مرحله خودشکوفایی (حمایت از آنان در جهت دستیابی به نهایت توانایی خود)

تعریف توانبخشی: در جهت هرچه کنترل کردن ناتوانی معلول از طریق ایجاد مهارت و در اختیار قرار دادن وسایل خاص اقداماتی انجام میگیرد که به آن توانبخشی میگویند.

خدمات سازمان بهزیستی در زمینه توانبخشی:

۱. خدمات توانبخشی و پیراپزشکی: شامل فیزیوتراپی، گفتاردرمانی، بینایی سنجی، شنوایی سنجی، ارتوپدی فنی و ارائه وسایل کمک توانبخشی و. ..
۲. خدمات توانبخشی اجتماعی: شامل مددکاری اجتماعی، مشاوره و راهنمایی، آموزش های ویژه ی سوادآموزی و مهارتهای روزانه و. ..
۳. خدمات توانبخشی حرفه ای: شامل آموزش حرفه ای، کاریابی و اشتغال و. ..

٤. خدمات توانبخشی مبتنی بر جامعه (Community Based Rehabilitation): در این بخش دردسترس قراردادن خدمات سه گانه فوق به معلولان میباشد (مثل خودروهای خاص، رمپ های خاص و ... ویژه افراد معلول و توانبخش)

بنابراین حوزه کاری توانبخشی بسیار وسیع هست و متخصصین زیادی را در بر میگیرد.

انواع معلولیت:

۱) معلولیت جسمی

الف) بیماریهای ارتوپدیک (مشکالت عضالنی اسکلتی):

۱. انواع شکستگی ها و دررفتگی ها
۲. ضایعات بافت نرم (ضایعات تاندونها، کپسول مفصلی و ...)
۳. بیماریهای استخوان و مفاصل
٤. انواع قطع عضوها
٥. انواع تعویض مفصل
٦. ضایعات ورزشی
۷. ناهنجاری های عضلانی اسکلتی (مانند کوتاهی دست و پا، انحناهای غیرطبیعی ستون فقرات و ...)
۸. بیماریهای عصبی عضلانی (مانند فلج اطفال، دیستروفی های عضلانی، فلج اندام ها در نتیجه آسیب نخاعی و ...)

نکته: ناتوانی یا Disability عبارت است از اختلال گذرا و ناپایدار اما منظور از معلولیت، ناتوانی ماندگار و دائمی است.

ب) بیماریهای نورولوژی (مغز و اعصاب):

۱. فلج مغزی
۲. ضایعات سیستم اعصاب مرکزی (مانند مالتیپیل اسکلروز یا ms و...)
۳. انسداد عروق مغزی (مانند فلج نیمی از بدن و ...)

٤. بیماریها و عوارض عفونی سیستم اعصاب مرکزی و همچنین اختلالات رشدی و تومورال مغزی
٥. ضایعات التهابی مغز مانند مننژیت و آنسفالیت
٦. ضایعات تروماتیک مغزی (ضربه مغزی)
٧. بیماریها و اختلالات عملکردی ترشحی عقده های قاعده ای مغز و. ..
٨. اختلالات سیستم اعصاب محیطی و مخچه
٩. انواع قطع نخاعی ها با سطوح مختلف و علل متنو ع

پ) بیماریهای داخلی:

١. بیماریها و عوارض قلب و عروق، تنفسی و کلیه
٢. بیماریهای روماتولوژیکی مانند آرتریت روماتوئید

ت) بیماریهای حسی:

١. نابینایی: نیمه بینایی اغلب به صورت کاهش وضوح دید یا visual acuity بروز می کند ولی ممکن است بصورت کاهش میدان بینایی، حساسیت به نور، اعوجاج در دید و یا از دست دادن حس کنتراست نیز دیده شود.
٢. ناشنوایی: شنوایی طبیعی به موردی گفته میشود که نسبت به فرکانسهای مختلف شنیداری، حساسیتی در حدود ٠ تا ١٥ دسی بل داشته باشد.

ث) سالمندی:

انواع سالمندان: ۶۰ تا ۷۰: سالمند جوان / ۷۵ تا ۹۰: سالمند پیر /۹۰ سال به بالا: سالمند خیلی پیر

١. بیماریهای قلب و عرو ق
٢. بیماریهای گوارشی
٣. بیماریهای سیستم آندوکرین
٤. بیماریهای سیستم عضلانی اسکلتی

۵. بیماریهای سیستم ریوی

٦. اختلالات عاطفی

۷. سیستم کلیوی

۲) معلولیت ذهنی:

تعریف هوش: توانایی و استعداد کافی برای یادگیری و درک امور؛ هماهنگی و سازش با محیط؛ بهره برداری از تجربیات گذشته، قضاوت و استدلال صحیح و پیدا کردن راه حل مناسب در رویارویی با مشکلات.

تعریف عقب ماندگی ذهنی: عقب ماندگی ذهنی را میتوان تاخیر در رشد و کاربرد سه جنبه فوق دانست (در این مورد هم احتمال رشد بعید است. در واقع رشد عقلی در این افراد کمتر از رشد سنی است)

نکته: اگر هوش متوسط برابر ۱۰۰ باشد، افرادی که بین ۷۰ تا ۸۴ میباشند، افراد مرزی هستند و افرادی که زیر ۷۰ هستند عقبمانده ذهنی به حساب می یآیند.

سطوح عقبماندگی:

- **خفیف:** بهره هوشی ۵۵ تا ۷۰ (این افراد معمولا با رفتارهای ساده لوحانه در اجتماع و کندذهنی در فعالیت های مدرسه شناخته می شوند.)
- **متوسط:** بهره هوشی ۳۵ تا ۵۵ (در این گروه ناهنجاری های جسمی و اختلالات حسی و حرکتی دیده می شود اما چهره آنها تقریبا حالت عادی دارد)
- **شدید:** بهره هوشی ۲۵ تا ۳۵ (رفتار انطباقی آنها بسیار ضعیف است. از لحاظ کردار و رفتار از یک بچه ۵ ساله فراتر نمی روند و قادر نیستند خواندن و نوشتن فرا گیرند)

نکته: در حوزه معلولیت ذهنی بیشتر فعالیتها معطوف به شاداب کردن محیط، طراحی بازی ها و سیستم های نر م افزاری و از این قبیل است.

۳) معلولیت روانی:

۱. **اسکیزوفرنی:** علائمی چون انزواطلبی، اختلال در جریان فکر، تغییرات عاطفی (عواطف کند بیمار)، هذیان و اختلال ادراکی و.. . دارد.

۲. **اختلال های خلقی:** افسردگی، حالت های اضطرابی و. ..

۳. **هیستری:** علائم و نشانه های بیماری برای رسیدن به یک نفع واقعی یا خیالی به وجود می آیند.

٤. **حالت های وسواسی.**

٥. **اختلال های سایکوپاتیک**: ویژگی هایی مانند ناپختگی، خودخواهی و احترام نگذاشتن به حقوق دیگران، فاقد وجدان بیدار و احساس گناه.

نکته: معلولیت روانی بیشتر مربوط به بیماری های روانشناختی است و کارهایی که در این زمینه میتوان انجام داد بیشتر طراحی سیستم های اتوماتیک برای درآوردن از محیط استرس و اضطراب است مثل تغییر رنگ و نور فضا ،موسیقی و. ..

۴) معلولیت اجتماعی:

- معتادان
- محکومین دراز مدت زندانها
- متکدیان
- بی سرپرستان
- کودک بی سرپرست
- زنان ویژه

اهداف سازمان بهداشت جهانی در برنامه های مربوط به ناتوانی و معلولیت:

۱. پیشگیری از ناتوانی (مجموعه اقدامات و قوانین)

۲. دستیابی به هدف مشارکت کامل افراد ناتوان در زندگی اجتماعی، فرآیند رشد و توسعه کشور برابر با دیگران

۳. توانبخشی

مهندسی توانبخشی

تعریف: کاربرد علمی و سیستماتیک اصول مهندسی و تکنولوژی در برآوردن نیازهای افراد ناتوان.

نکته: مهندسان توانبخشی از تکنولوژی برای جایگزین یا تقویت یک عمل یا کار فیزیکی انسان که دچار اختلال شده یا از بین رفته است، استفاده میکنند. آنها با استفاده از مبانی ارگونومی (ارتباط محیط با

انسان) محیط زندگی فرد ناتوان را با ابزارهایی از علم و تکنولوژی دستکاری می کنند تا اینکه کیفیت زندگی آنها را بهبود بخشند.

نکته: تفاوت اساسی بین مهندسان توانبخشی با دیگر مهندسان مانند الکترونیک و مکانیک این است که مهندسان توانبخشی نه تنها از اصول مهندسی آگاهند، بلکه از تکنولوژی در جهت رفع نیازهای افراد با ناتوانی های فیزیکی ،حسی و درکی استفاده می کنند(مثال نرم افزار گفتاردرمانی).

زمینه های کاری مهندسی توانبخشی:

- ایجاد سهولت در استفاده از کامپیوتر
- تغییر و اصلاح وسیله نقلیه
- واحدهای کنترل محیطی
- محل نشستن یا استقرار
- تغییر و اصلاح خانه
- سازگاری یا انطباق با مزرعه و روستا
- تجهیزات کمکی برای اختلالات شنوایی و ناشنوایی
- تجهیزات کمکی برای اختلالات بینایی و نابینایی
- تجهیزات کمکی برای نابینایان و ناشنوایان
- **وسایل کمکی برای بهبود کیفیت زندگی روزانه**
- ارتزها و پروتزها

اعضای تیم توانبخشی:

فیزیوتراپیست * کار درمان * ارتوپد فنی * گفتار درمان *شنوایی سنجی * پرستار توانبخشی * مهندسی توانبخشی * بینایی سنجی *نورولوژیست * مددکار اجتماعی * متخصص طب فیزیکی * روانشناس و روانپزشک

Physical Therapy : فیزیوتراپی

تعریف: فیزیوتراپی رشته ای است که با استفاده از عوامل فیزیکی مانند گرما، سرما، نور، الکتریسیته، آب و غیره و همچنین عوامل مکانیکی مانند تمرین ها و حرکات، در جهت بهبود و درمان یا بازگردانیدن کار اعضای بدن و هدایت بیمار برای استفاده از توانایی های باقیمانده، برای رسیدن به زندگی مستقل در حد امکان کوشش مینماید.

قسمتهای مختلف بخش فیزیوتراپی:

- تمرین درمانی
- مکانوتراپی
- الکتروتراپی

✓ دستگاه مولد اشعه مادون قرمز

✓ اشعه مولد ماورا بنفش

✓ دیاترمی موج کوتاه

✓ دیاترمی ماکروویو

✓ اولتراسوند

✓ Transcutaneous electrical nerve stimulation دستگاه محرکه اعصاب و عضلات)

✓ اینترفرنشیال (از جریا نهای متناوب با فرکانس متوسط استفاده می شود)

✓ بیوفیدبک (بکارگیری وسایل و ایزارهایی به منظور مطلع نمودن فرد از وقایع بیولوژیک و روانی که خودش در حالت عادی از کم و کیف آنها آگاه نیست)

✓ لیزر

- بخش هیدروتراپی (بیمار با استفاده از خواص فیزیکی آب و نیز گرما و سرمای آن تحت درمان قرار می گیرد)

کادر درمان (Occupational Therapy):

تعریف: استفاده هدفدار از فعالیت برای افرادی است که دچار محدودیت، اختلال روانی اجتماعی، ناتوانی های یادگیری و رشد هستند و به منظور ایجاد حداکثر استقلال، پیشگیری از ناتوانی و برقراری سلامتی است.

نکته: پیشگامان این حرفه معتقدند که می توان با استفاده همزمان از عضلات و ذهن در ورزش، تمرین، بازی، کارهای دستی، هنر و کار به درستی و استقلال فرد کمک کرد.

نکته: رو شهای کاردرمانی به دو صورت فعالیت هدفمند و تمرین های درمانی است.

اورتوپد فنی

- **اورتزیست: به** فردی گفته می شود که اورتز را به منظورکنترل، جبران و یا تصحیح انواع ضایعات عضلانی اسکلتی طرح ریزی می کند و می سازد.
- **اورتز:** به کلیه وسایل کمکی اطلاق می شود که برای جلوگیری از بدشکلی ها یا تصحیح آنها بکار می رود(جانشین عضو نمی شود) .

- **پروتز:** به وسیله ای گفته می شود که جانشین عضو از دست رفته می گردد.

گفتار درمانی

تعریف: گفتاردرمانی به درمان افراد مبتلا به اختلالات گفتاری در زبان گفتار، صدا و آهنگ می پردازد.

انواع اختالالت گفتاری:

۱. تاخیر رشد گفتار و زبان

۲. زبان پریشی (زبان در اثر ضایعه مغزی دستخوش آسیب گردد)

۳. گرفتگی صدا

۴. لکنت

۵. کودکان مبتال به فلج مغزی

۶. کودکان مبتال به شکاف کام و لب

۷. اختلال های تولیدی (بد تلفظ کردن صداها)

۸. اختلال در خواندن

فصل دوم: سیستم اسکلتی عضلانی

از متداول ترین معلولیت ها که می توانیم در حوزه توان بخشی به آن بپردازیم، معلولیتهای **جسمی** هستند. این نوع معلولیتها در ارتباط با حرکات و بدن انسان هستند (عموما ارتوپدیک هستند) بنابراین نیازمند شناخت سیستم اسکلتی عضلانی بدن انسان است. دستگاه اسکلتی شامل موارد زیر است:

- استخوا نها
- غضروفها
- رباطها
- مفاصل

وظایف دستگاه اسکلتی:

۱. استوار نگهداشتن و شکل دادن به بدن
۲. محافظت از اعضای درونی بدن مانند نخاع، قلب، کلیه و. ..
۳. تامین حرکت (با کمک اتصال عضلات و وجود مفاصل متعدد در استخوا نها و ایجاد یک دستگاه اهرمی. درواقع سیستم عضلانی عامل ایجاد حرکت در استخوان هاست)
٤. ذخیره مواد معدنی (استخوانها از مراکز عمده ذخیره کلسیم و فسفر و به عنوان منبعی در نگهداری میزان طبیعی کلسیم و فسفر خون نقش بسزایی دارد)
٥. تولید سلو لهای خونی (مغز قرمز استخوان)

٦. **مواد تشکیل دهنده استخوان:**

- فاز مواد معدنی۶۹٪

* بخش اعظم آن شامل هیدروکسی آپاتیت است(کلسیم فسفات)
* سیترات، کربنات کلسیم، فلورای و یو نهای هیدروکسی

- فاز آلی٪ ۲۲

* کلاژن
* سلو لهای استخوانی (استئوکلاست، استئوبلاست، استئوسیت)

- آب٪ ۹

انواع استخوان:

املاح معدنی به صورت ذرات متراکم برروی مواد آلی رسوب میکنند. این مواد به صورت تیغهای در ماده بنیادی رسوب میکنند و در بین خود حفره هایی برای سلو لهای استخوانی دارند.

- **در بافت استخوانی اسفنجی(Spongy)** :

تیغه ها بصورت شبکه های نامنظم و منشعب قرار میگیرند.

- **در بافت استخوانی اسفنجی(Spongy)** :

تیغه ها بصورت شبک ههای نامنظم و منشعب قرار میگیرند.

- **در بافت استخوانی متراکم(Compact)**:

تیغه ها بصورت منظم و متحدالمرکز قرار گرفته اند.

در نوع اسفنجی، استخوان به صورت متخلخل و شکننده است اما در نوع متراکم بافتها فشرده و منظم و کنار هم است.
بخشی از یک استخوان میتواند هم بافت شکننده داشته باشد و هم بافت فشرده.

مغز استخوان:

- **مغز قرمز استخوان (Red marrow):**
  - تولیدکننده سلو لهای قرمز خونی است
- **مغز زرد استخوان (yellow marrow):**
  - تولید کننده برخی سلو لهای سفید خونی است
  - دارای تعداد زیادی سلو لهای چربی هستند
  - با افزایش سن مغز قرمزتبدیل به مغز زرد می شود

شکل استخوانها:

۱. استخوا نهای دراز: در اسکلت استخوانی اندام ها مثل ساعد، بازو و. ..
دارای قسمت بدنه دیافیز و دو انتهای اپیفیز (دیستال ثابت و پروکسیمال متحرک)

۲. استخوا نهای کوتاه: در مچ دست و پا

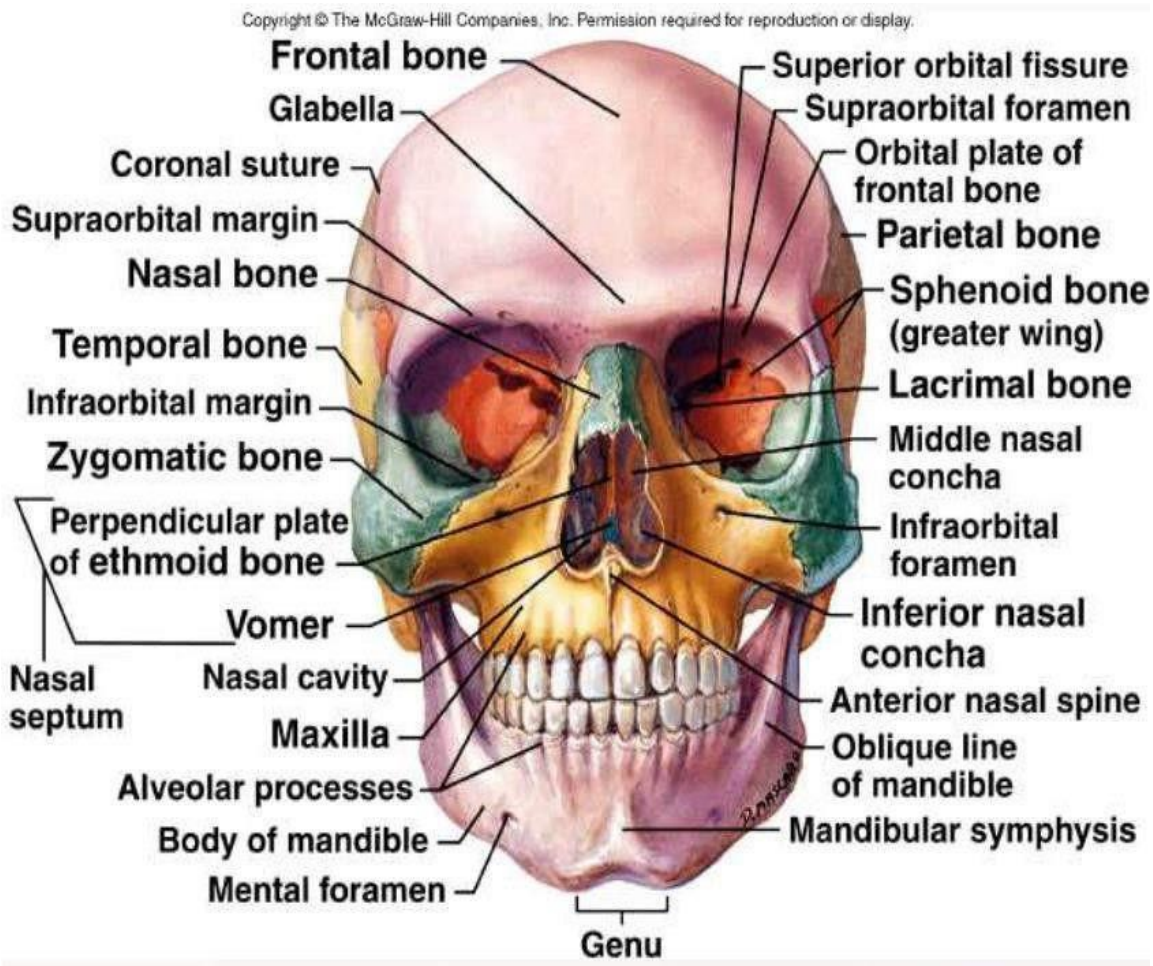
۳. استخوا نهای پهن: در جمجمه، کتف، دنده ها و ... (دارای دو سطح است)

٤. استخوانهای نامنظم: مهره ها و برخی استخوان های جمجمه و. ..

٥. استخوان های کنجدی: استخوان های ریزی که در تاندون عضلات قرار میگیرند.

جمجمه:

از ۲۲ استخوان پهن و نامنظم تشکیل شده است. همه جز استخوان فک پایین، به وسیله نوعی بافت همبند لیفی به هم مفصل شده اند که امکان حرکت در بین آنها وجود ندارند.



بافت استخوانی و سیستم اسکلتی

سیستم اسکلتی (عملکرد سیستم اسکلتی)

- حفظ پایداری بدن
- اهرم برای عملکرد عضله (جنبش و حرکت)
- محافظت از اندا مهای نرم داخلی
- تولید سلولهای خونی
- محل ذخیره سازی کلسیم، فسفر و چربی

سیستم اسکلتی شامل موارد زیر است:

- استخوان ها
- غضروفها
- مفصل ها
- رباطها
- سایر بافتهای همبند

استخوانها حاوی چندین نوع بافت هستند:

- قسمت مرکزی استخوان (بافت استخوانی)
- حاوی بافت عصبی و خون
- حاوی غضروف در غضروف مفصلی
- حاوی رگهای خونی

استخوان (بافت استخوانی):

- سلولهای تخصصی(۲٪ از وزن استخوان)
- ماتریس انعطا ف پذیر قوی
- بلورهای کلسیم فسفات (دو سوم وزن استخوان)
- الیاف کلاژن
-

انواع غضروف ها:

غضروف هیالین - (شیشه ای)

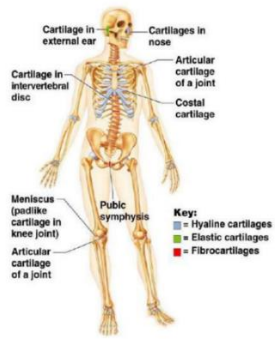
- غضروف فراوان
- انعطاف پذیری در استخوان را فراهم میکند
- غضروف مفصلی و غضرو فهای ساحلی، حنجره، نای و بینی

غضروف الاستیک - شامل بسیاری از الیاف الاستیک است.

- توانایی تحمل خم شدن مکرر را دارد
- گوش و اپی گلوت

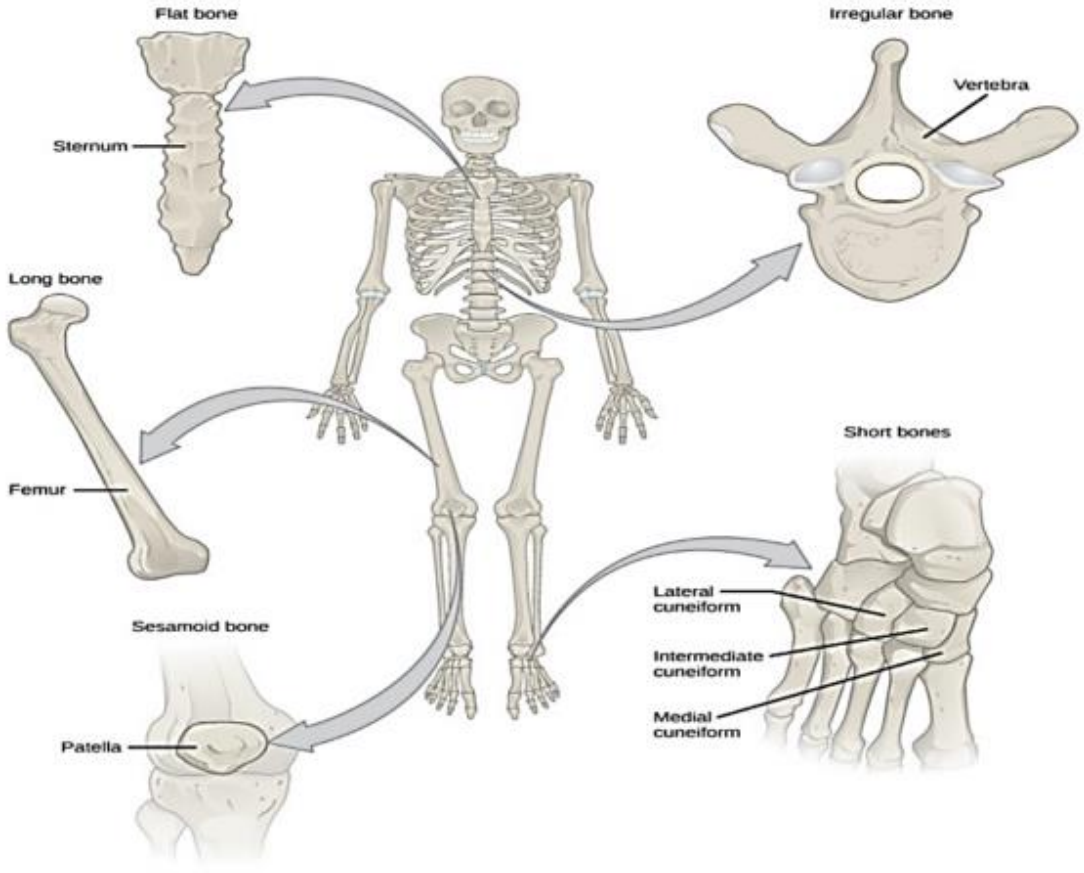
فیبروکارتلاژ - در برابر فشار زیاد و کشش شدید مقاومت میکند

- واسطه ای بین غضروف هیالین و الاستیک
- دیسک های بین مهرهای و سمفیز شرمگاهی



اشکال عمومی استخوانها:

- استخوا نهای بلند (به عنوان مثال استخوان بازو ، استخوان ران)
- استخوا نهای کوتاه (به عنوان مثال انگشتان و مچ دست)
- استخوا نهای صاف (به عنوان مثال استخوان جداری، کتف ، جناغ)
- استخوا نهای نامنظم (به عنوان مثال مهره های ستون فقرات ،استخوا نهای ران)



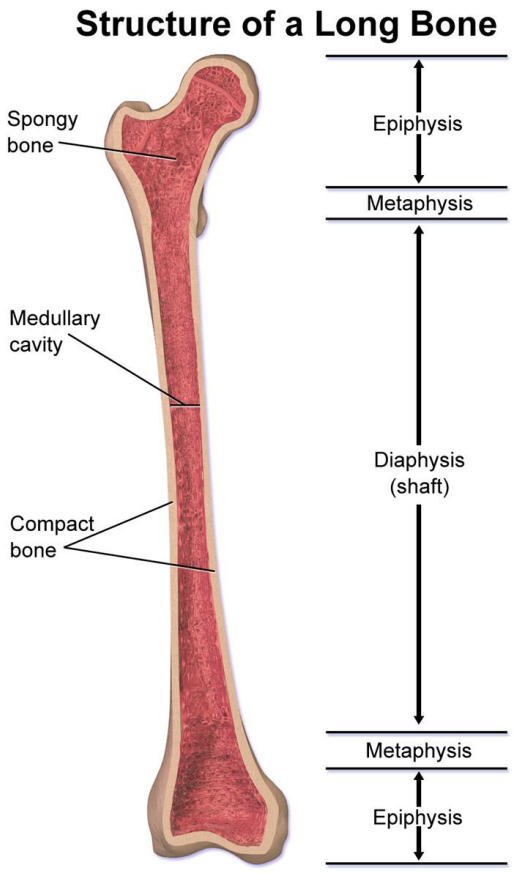
ساختار استخوان بلند معمولی:

- دیافیز- شافت لول های که محور استخوانهای بلند را تشکیل میدهد
- از استخوان فشرده تشکیل شده است
- حفره مدولار مرکزی
- حاوی مغز استخوان است

اپی فیز - انتهای منقبض شده (گرد) استخوان های بلند

- بیشتر از استخوان اسفنجی تشکیل شده است
- سطح مفصل با غضروف مفصلی (هیالین) پوشانده شده است
- خطوط نیمه روشن اپی فیز، دیافیز را از اپی فیز جدا میکند

متافیز- جایی که اپی فیز و دیافیز با هم روبرو می شوند و به هم میرسند



غشای استخوان:

پریوستوم

- نقاط لنگر انداختن تاندونها و رباطها را فراهم میکند
- غشای محافظ دو لایه ، همراه با رشته های عصبی ، خون و عروق لنفاو ی وارد شده به استخوان از طریق روزنه مواد مغذ ی
- لایه استخوا نسازی داخلی از استئوبلاس تها و استئوکلاستها تشکیل شده است

اندوستوم

- غشای CT ظریف سطوح داخلی استخوان را پوشانده است
- ترابکولهای استخوان اسفنجی را م یپوشان د
- خطوط کانال در استخوان فشرده
- همچنین شامل استئوبلاست و استئوکلاست است

استخوان های کوتاه، نامنظم و تخت:

- صفحات پریوستوم _ قسمت بیرونی استخوان متراکم توسط اندوستروم و قسمت درونی استخوان اسفنجی توسط آن پوشیده شده است
- دیافیز یا اپی فیز ندارد
- بین ترابکول ها حاوی مغز استخوان می باشد

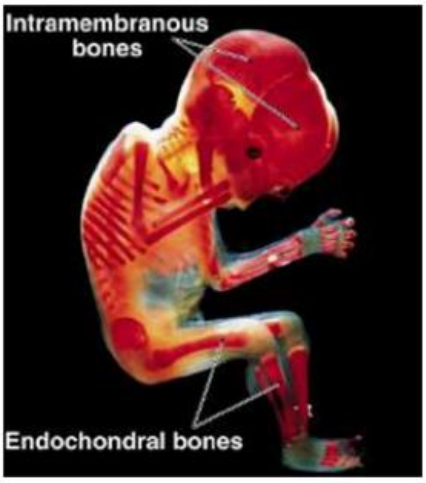
- **رشد استخوان**:

استخوان سازی یا استخوان زایی - فرآیند تشکیل بافت استخوان که منجر به موارد زیر می شود:

- تشکیل اسکلت در جنین ها
- رشد استخوان تا اوایل بزرگسالی
- ضخامت، بازسازی و ترمیم استخوان

شکل گیری اسکلت:

- قبل از هفته ۸ام، اسکلت جنین انسان از غشای فیبر و غضروف هیالین تشکیل شده است
- استخوان سازی درون غشایی - استخوان از غشای بافت همبند فیبر ایجادمی شود استخوان های صاف جمجمه (پیشانی ، جداری ، گیجگاهی ، پس سری) و ترقوه ها از این طریق تشکیل می شوند.
- استخوان سازی اندوکندر - استخوان با جایگزینی غضروف هیالین تشکیل می شود ، از غضروف هیالین «استخوان» به عنوان الگو استفاده می شود



تشکیل و رشد استخوان:

استخوان سازی درون غشایی

- استخوا نسازی - فرآیند تبدیل باف تهای دیگر به استخوان
- استخوا نهای صاف جمجمه، فک پایین و ترقوه را تشکیل میدهد

- سلولهای بنیادی به استئوبلاست تمایز می یابند
- استخوان اسفنجی و سپس استخوان فشرده تولید میکند

استخوان سازی اندوکندر

- بیشتر استخوا نها به این شکل تشکیل شده اند
- مدل غضروف با استخوان جایگزین م یشود
- تعویض از وسط آغاز می شود (دیافیز)
- تعویض تا انتها(اپی فیز) دنبال میشود

استخوانسازی درون غشایی:

- یک مرکز استخوا نسازی در غشای بافت پیوندی رشت های ظاهر می شود
- استئوبلاستها ماتریکس استخوان را در غشای فیبر ترشح می کنند
- استئوبلاستها به سلولهای استخوانی (استئوسیت ها) تبدیل می شوند
- ماتریکس استخوان تبدیل به ترابکول می شود
- ترابکو لهای تشکیل شده از مراکز استخوا نسازی مختلف با هم جوش م یخورند و استخوان اسفنجی ایجاد می کنند
- در نهایت فضاهای بین ترابکولها از مغز استخوان قرمز پر می شوند
  - در سمت دیافیز ترابکو لهای طولانیِ)مارپیچ غضروف آهکی(calcified cartilage)باقی می ماند
  - ترابکولها تا حدی توسط استئوکلاستها فرسایش می یابند

استئوبلاستها ترابکو لها را با بافت استخوان می پوشانند

- ترابکو لها سرانجام توسط استئوکلاست ها مصرف می شوند

استخوان – بازسازی (هموستاز):

نقش بازسازی در پشتیبانی

- بازسازی - تجزیه و اصلاح مداوم بافت استخوا ن ٍ اَشکال بارهای اعمال شده را منعکس می کند
- گردش مواد معدنی امکان سازگاری با فشارهای جدید را فراهم می کند

آنچه را که استفاده نم یکنید، از دست می دهید .فشار وارد شده به استخوان ها هنگام ورزش برای حفظ قدرت استخوان و توده استخوانی ضروری است

بازسازی استخوان:

- استخوان بافت فعال است - تغییرات جزئی در ساختار استخوان به طور مداوم رخ میدهد - ۵ تا ۷٪ از توده

استخوان هفتگی بازیافت می شود - استخوان اسفنجی هر ۳-۴ سال یکبار و استخوان فشرده تقریباً هر ۱۰ سال تعویض می شود

هموستاز و ذخیره مواد معدنی :

استخوان ها کلسیم را ذخیره میکنند

- حاوی ٪۹۹ کلسیم بدن است
- تا دو کیلوگرم کلسیم ذخیره میکند
- کلسیتونین کلسیم استخوان را ذخیره می کند

- سطح خون ثابت می ماند

مفصلها:

- عناصر سفت و سخت اسکلت در مفاصل به هم می رسند
- ریشه یونانی "arthro" به معنی مفصل است

عملکرد مفاصل:

- استخوا نها را کنار هم نگه میدارد
- امکان تحرک را فراهم میکند

مفصل بندی میتواند به صورتهای زیر باشد:

- استخوان به استخوان
- استخوان به غضروف
- دندانها در استخوان فک

نارسایی های مربوط به مفاصل:

- بورسیت: التهاب بورسا (کیسه سینوویال) که معمولاً در اثر ضربه یا اصطکاک ایجاد می شود
- تاندونیت: التهاب غالف تاندون
- آرتریت: بیماری های التهابی یا دژنراتیو مفصلی(بیش از ۱۰۰ نوع مختلف و گسترده ترین بیماری فلج کننده در ایالات متحده)

آرتروز :

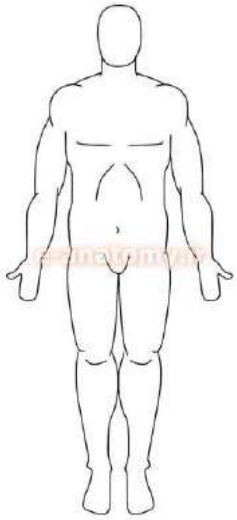
- شایعتر ین آرتروز مزمن
- احتمالاً مربوط به فرآ یندها ی طبیعی پیری است

روماتیسم مفصلی :

- یک بیماری خود ای منی که در آن سیستم ا یمنی بدن به مفاصل حمله می کند
- عالئم با التهاب دو طرفه برخی مفاصل شروع می شود
- اغلب منجر به تغییر شکل میشود

وضعیت های آناتومیکی بدن

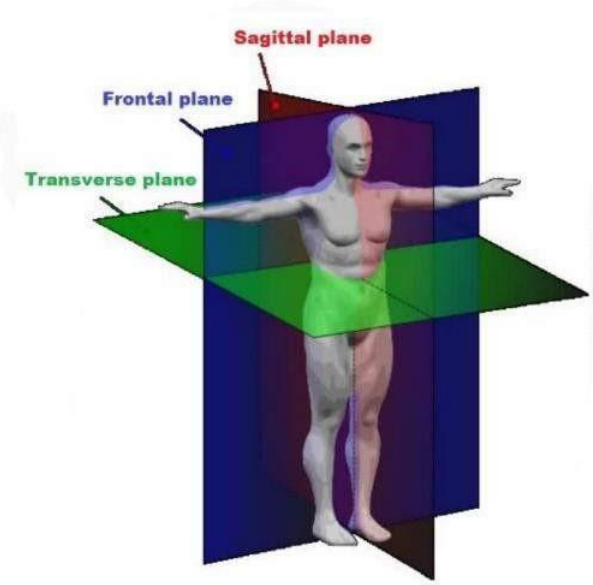
وضعیت آناتومیکی : حالتی که فرد ایستاده و پاها جفت شده و رو به جلو است و کف دست ها نیز باز و به روبرو باز است.

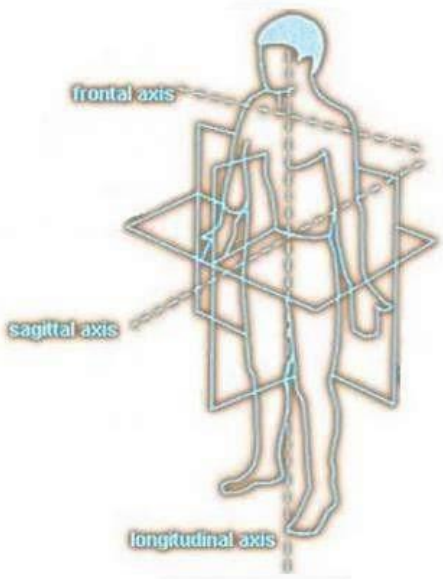


صفحات آناتومیکی: سه صفحه داریم؛

- سهمی(sagittal) (بدن به دو نیمه چپ و راست تقسیم می شود)،
- پیشانی(frontal) (بدن به دو نیمه جلو و عقب تقسیم می شود)
- عرضی (transverse) (بدن به دو نیمه بالا و پایین تقسیم می شود)

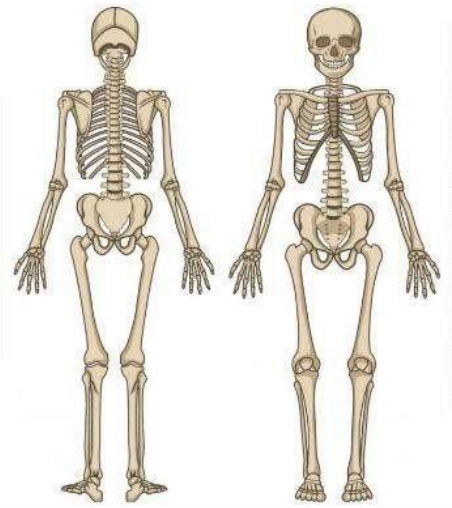
محورهای آناتومیکی: براساس همین صفحات سه محور نیز وجود دارد که محورهای ساژیتال ،کرونال و طولی





اسکلت بندی:

- سیستم اسکلتی انسان از ۱۰۹ استخوان تشکیل شده است.



- وظایف استخوان در بدن عبارتند از:

الف) سازه و چهارچوب اصلی بدن

ب) حرکت کردن

ج) حمایت و حفاظت از دیگر اعضاء بدن

د) تولید سلول های خونی

ه) ذخیره مواد معدنی به خصوص کلسیم

و) تنظیم سیستم هورمونی بدن

تقسیم بندی اسکلت ها :

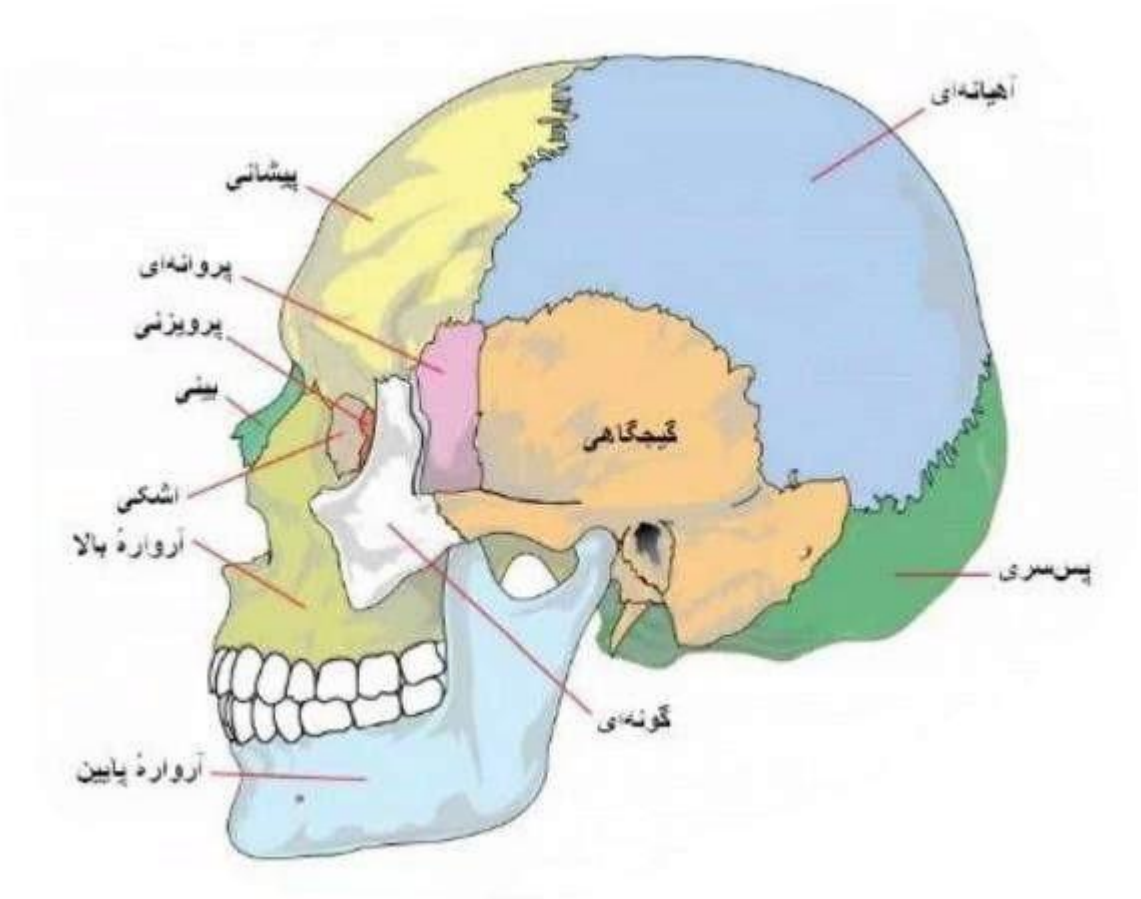
الف) استخوان های سر

ب) استخوان های تنه: ۱. ستون فقرات ۲. قفسه سینه

ج) دست و پا: ۱. دست ۲. نیم لگن ۳. شانه ۴. پا

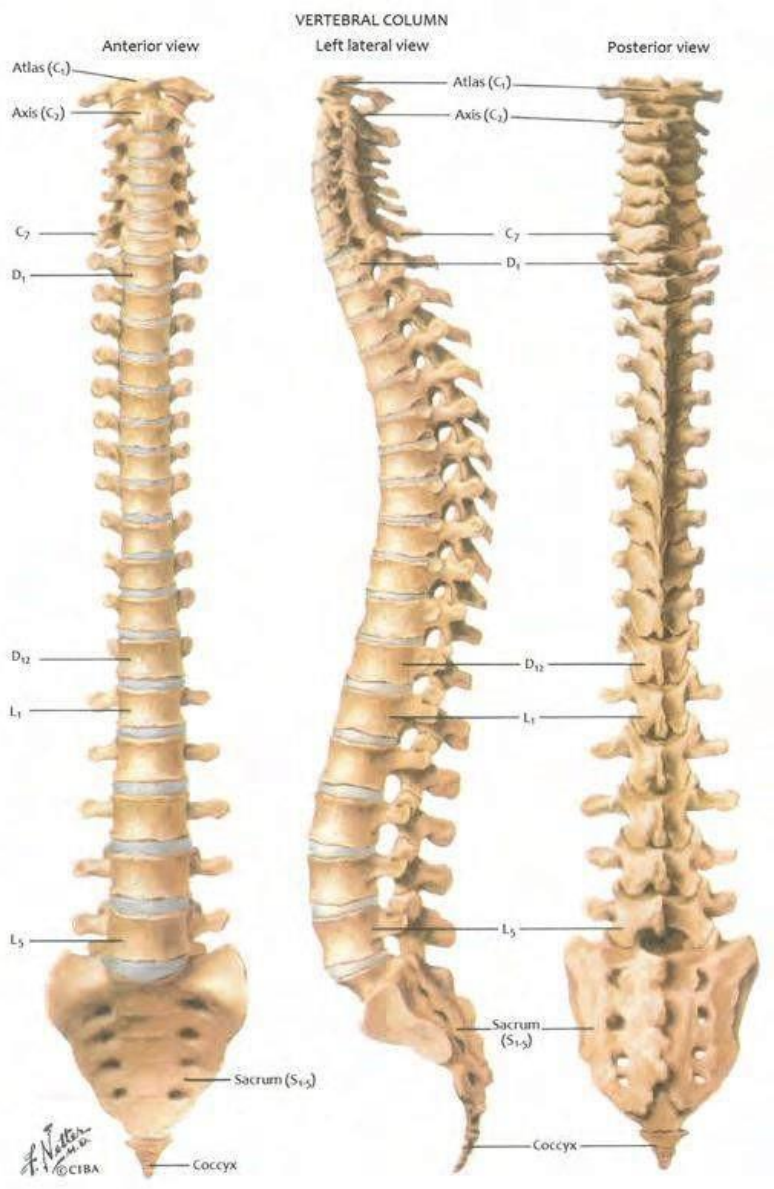
- تقسیم بندی دیگری برای استخوان ها از لحاظ ظاهر آن که عبارت است از:

۱. بلند ۲. کوتاه ۳. پهن ۴. نامنظم ۵. سزاموییید (کنجدی)



استخوان های سر، بجز فک پایین همگی غیر متحرک هستند.

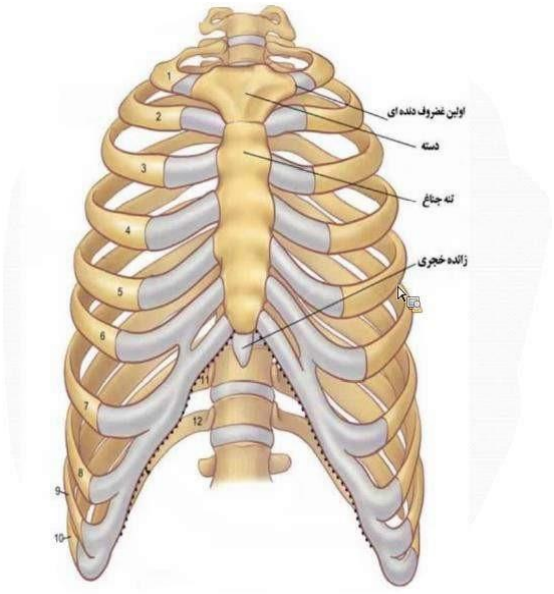
استخوان های تنه یعنی ستون فقرات و قفسه سینه نیز غیرمتحرک هستند اما استخوان های دست و پا متحرک هستند.



در شکل بالا، استخوان های ستون مهره از سه نما نشان داده شده است. همانطور که دیده می شود از بالا به پایین قطر ستون مهره زیاد می شود و دارای انحنا s شکل است. ستون مهره از بالا به پایین از مهره های گردنی(cervical) سینه ای(Thoracic)، کمری(Lumbar)، خاجی (Sacrum)و دنبالچه(coccyx) تشکیل شده است. در هر بخش تعداد مهره ها متفاوت است.

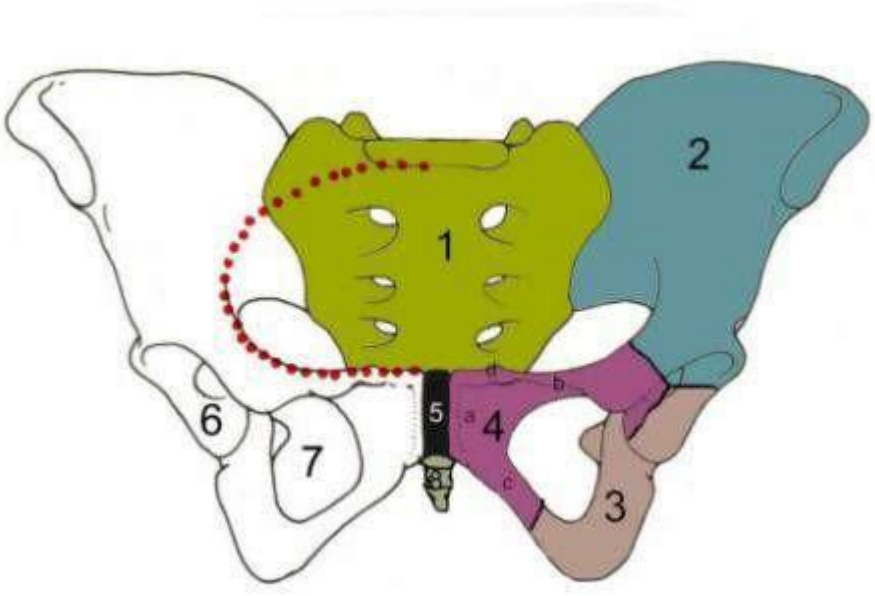
اگر انحنا در ناحیه گردنی بیشتر شود، فرد دچار گوژپشتی خواهد شد، اگر در ناحیه سینه ای انحنا رو به سمت شکم شود، دچار گودی کمر شده است.

گفته شد که استخوان های قفسه سینه نیز غیرمتحرک است. این استخوان ها به وسیله مفصل غضروفی به ستون مهره و استخوان جناغ متصل شده اند.

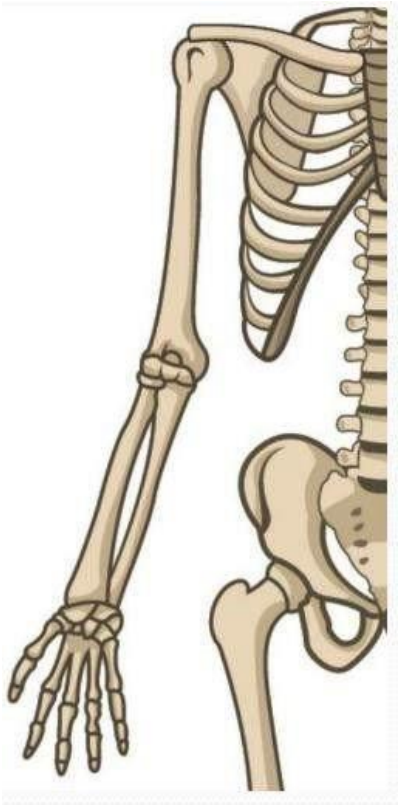


در استخوان دست و پا، بخشی متحرک و بخش غیرمتحرک است. مثلا استخوان شانه تقریبا غیرمتحرک است .

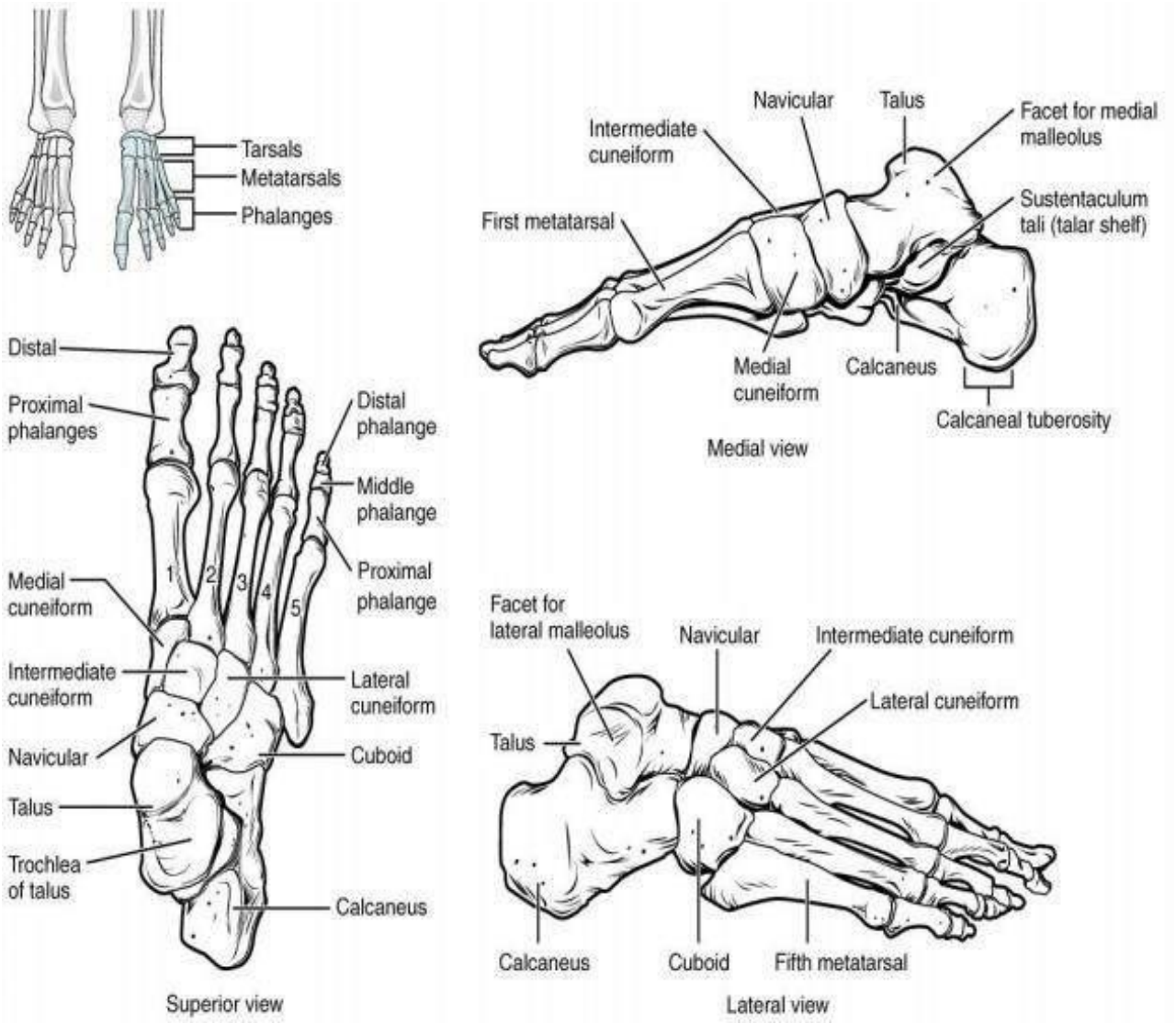
استخوان نیم لگن هم از نوع استخوان پهن و تقریبا غیرمتحرک است



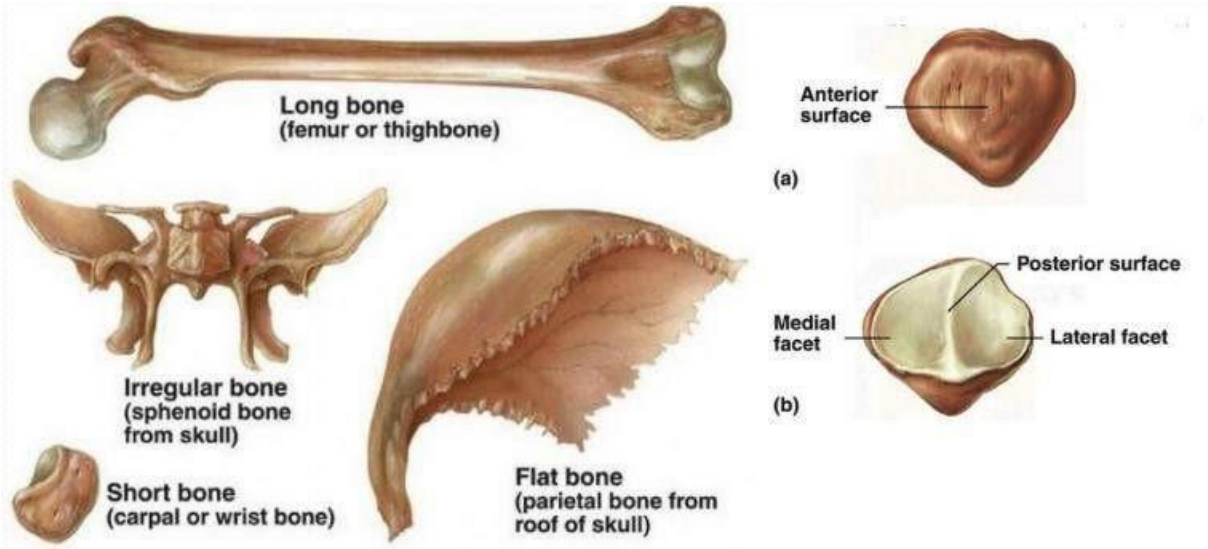
استخوان دست و پا از نوع استخوان های کوتاه و بلند است و دیگر متحرک است



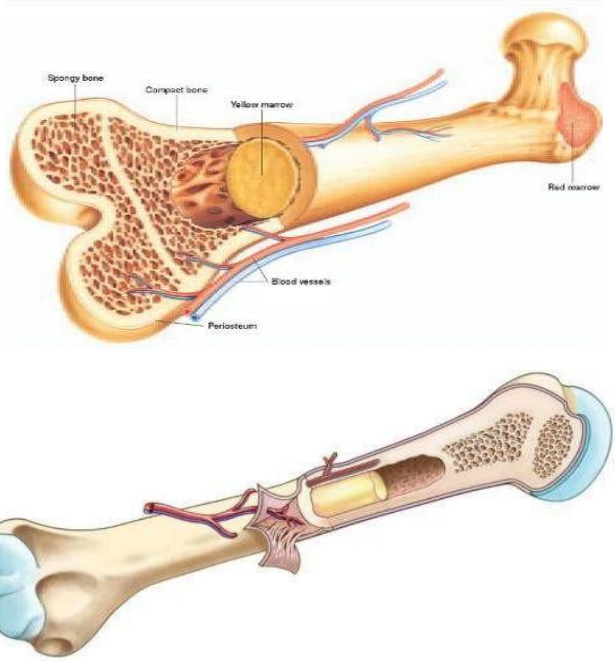
در شکل زیر اسامی بخش های مختلف استخوان پا آورده شده است که شکلی مشابه همین برای دست نیز وجود دارد.



استخوان ها:



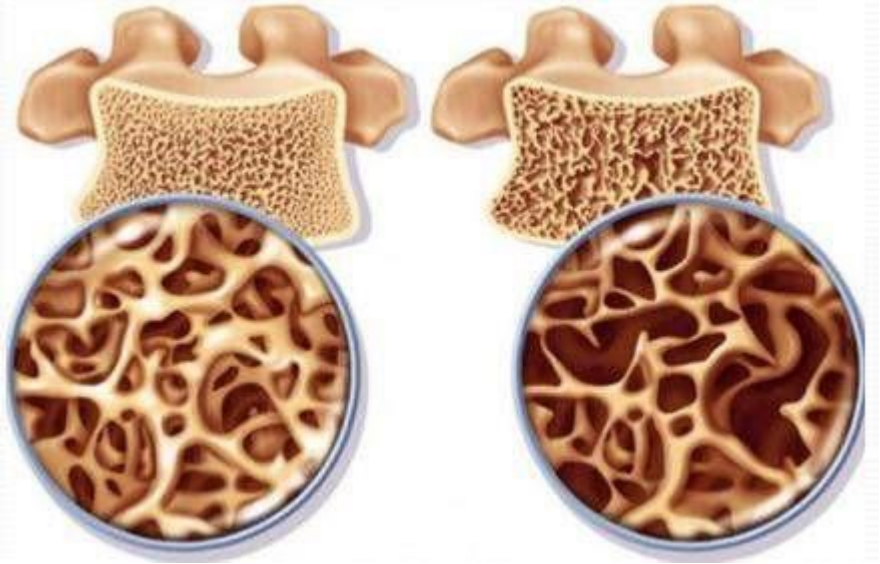
درباره ساختمان استخوان نیز بحث کرده بودیم که مغز آن بخش های مختلفی نظیر red marrow و yellow marrow دارد. اگر استخوان را برش عرضی بزنیم دارای دو بخش متراکم و اسفنجی است.



بیماری های استخوانی:

پاژه: استخوان به صورت صاف و محوری رشد نکرده بلکه دارای انحنا است

پوکی استخوان: یکی دیگر از بیماری های استخوان است که در آن استقامت استخوان از بین می رود

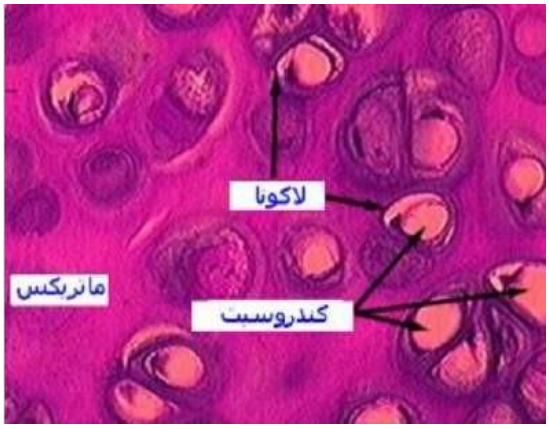


نام بیماری های دیگر استخوانی به ترتیب حروف الفبا در زیر آمده است

بیماری های مهم در اینجا عبارتند از پوکی استخوان، پاژه، صافی کف پا، راشیتیسم، کاوپشتی، گوژپشتی، کمر درد، لعزش مهره و نرم استخوانی است.

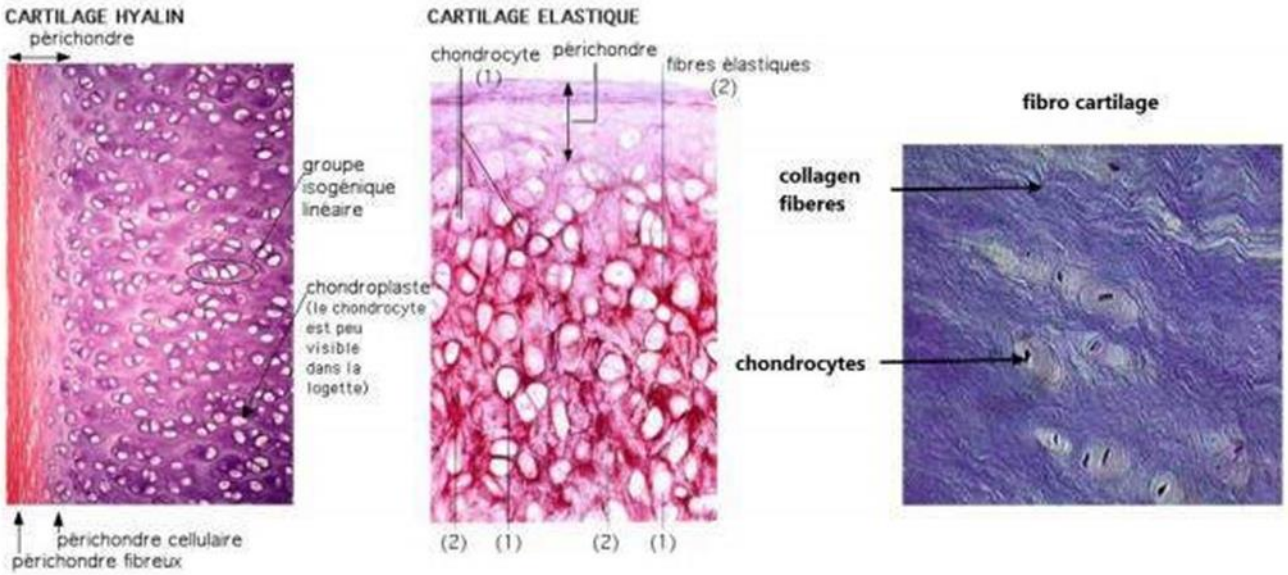
غضروف (**cartilag**)**:**

- غضروف مانند یک مفصل غیرمتحرک است. ساختار غضروف از سه نوع سلول تشکیل شده است. کندروسیت، ماتریکس یا همان ماده زمینه و هسته ها است.



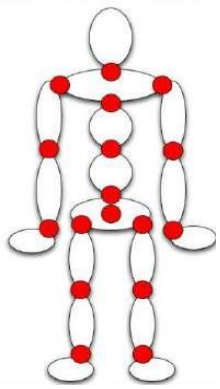
فاکتورهای مهم غضروف سه دسته اند: ماتریکس، سلول های تشکیل دهنده و فیبرها یا رشته های تشکیل دهنده

- انواع غضروف: الف(ارتجاعی ب(فیبری ج(شفاف



مفصل:

- مفصل ها جاهایی هستند که استخوان ها به هم وصل می شوند.
- استخوان هایی که توسط مفصل به هم وصل می شوند، متحرک و استخوان هایی که توسط غضروف به هم متصل می شوند غیرمتحرک هستند.

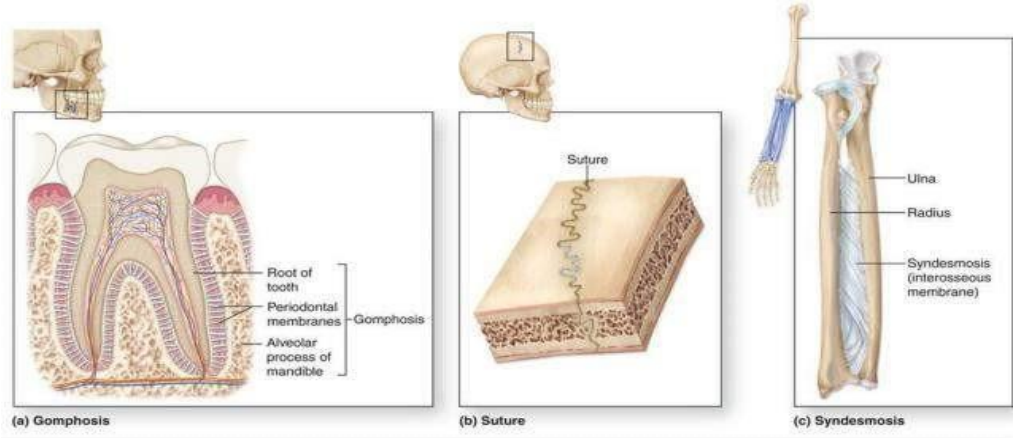


دسته بندی انواع مفاصل:

الف) ثابت ب) غضروفی ج) سینوویال

سه نمونه از مفاصل ثابت:

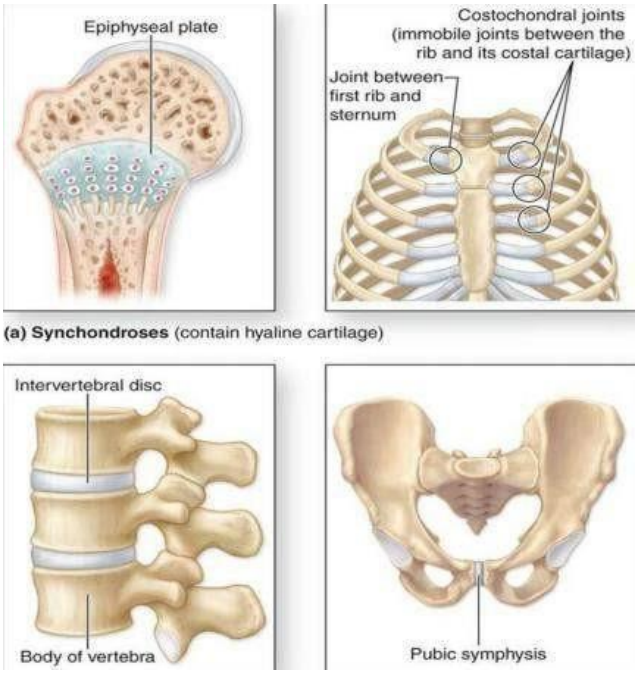
الف) درز یا سوچر ب) گومفوز ج)سیندیمو سیس



نمونه هایی از مفاصل غضرفی:

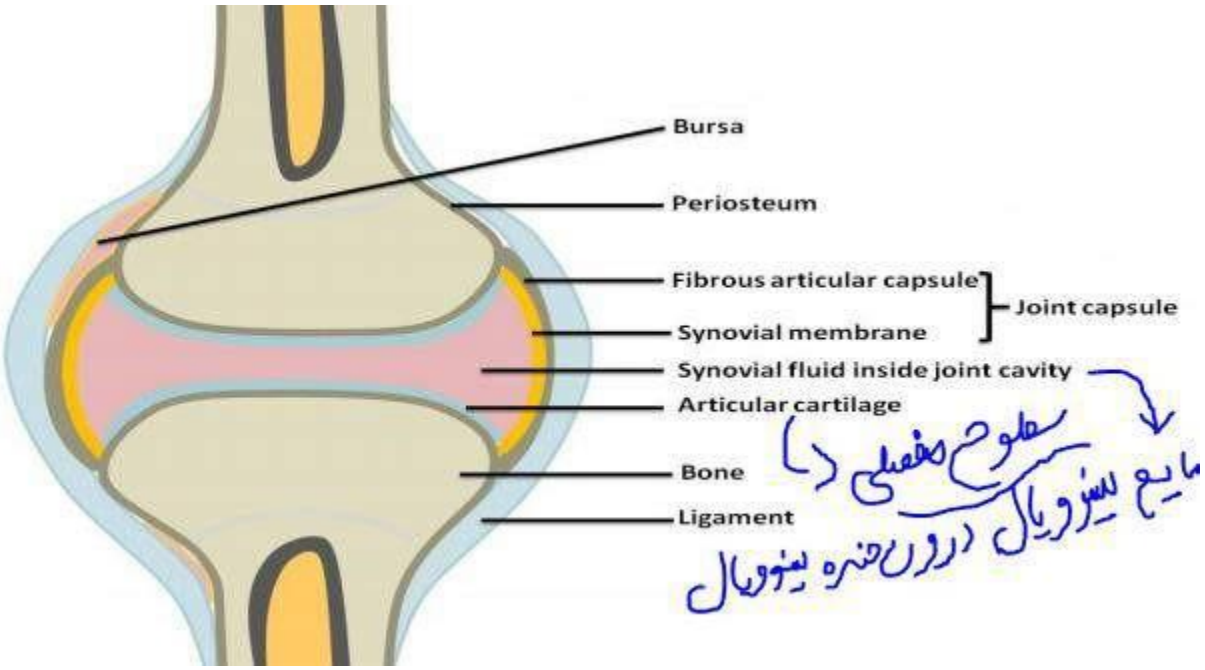
الف) اتصالات دنده ب) اپی فیز استخوان دست ج) پوبیس د)دیسکهای ستون مهره

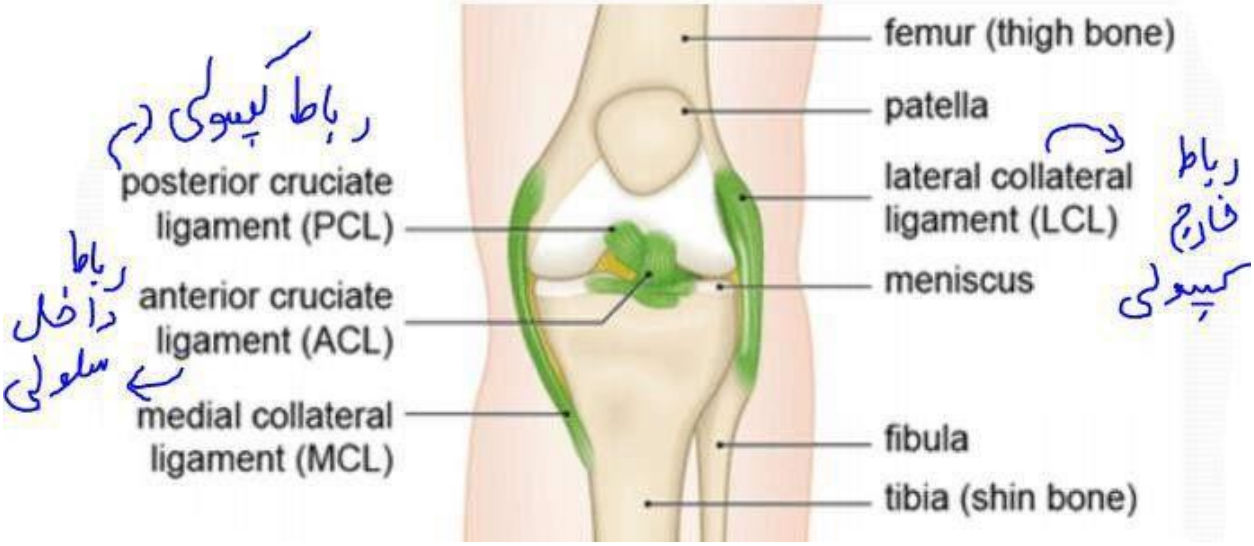
این مفاصل نیز غیرمتحرک است.



مفصل سینوویال متحرک است.

- اجزای مفصل سینوویال:
- سطوح
- غضروف
- مایع سینوویال
- کپسول: الف) کپسول لیفی ب) غشاء سینوویال
- رباط های مفصلی: الف(رباط کپسولی ب(رباط داخل کپسولی ج(رباط خارج کپسولی

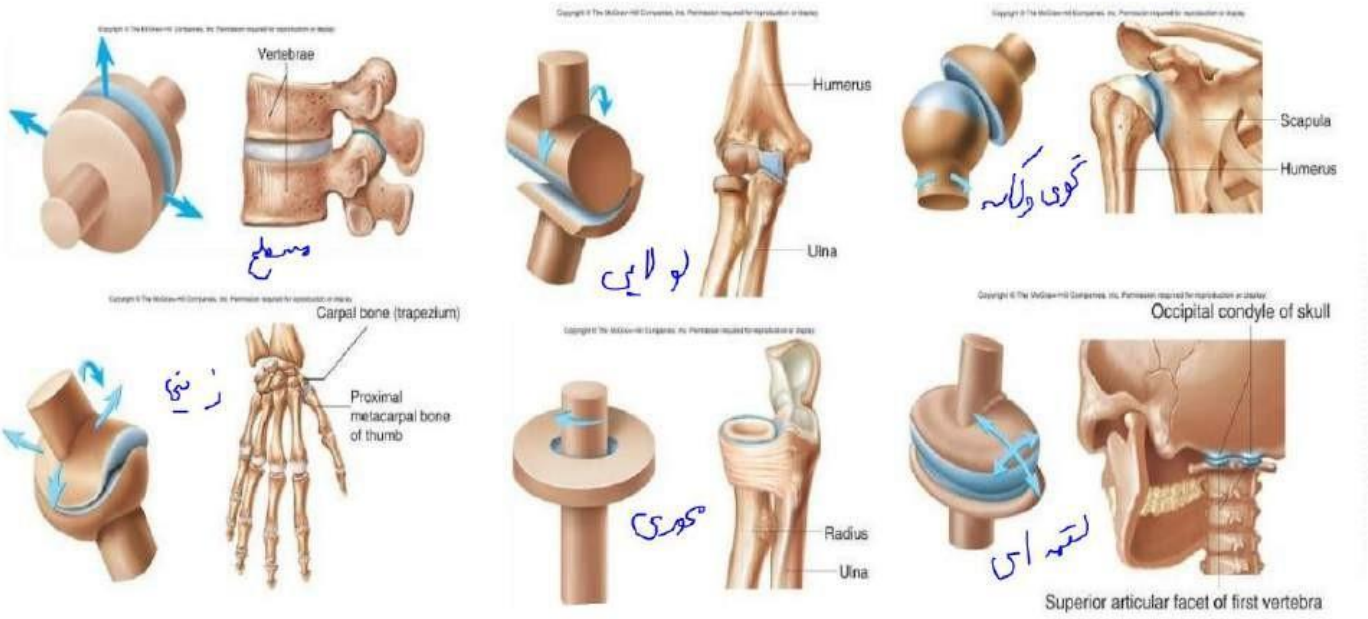




انواع مفاصل عبارتند از:

الف) مسطح ب)محوری ج) زینی

د) لولایی ه) لقمه ای یا کوندیلی و) گوی و کاسه ای



درجه آزادی:

لولایی(۱)، محوری(۱)، زین اسبی(۲)، لقمه ای(۲)، مسطح(۳)، گوی و کاسه(۳)

- انواع حرکات در مفاصل:

الف) فلکشن-اکستنشن

ب) ابداکشن-اداکشن

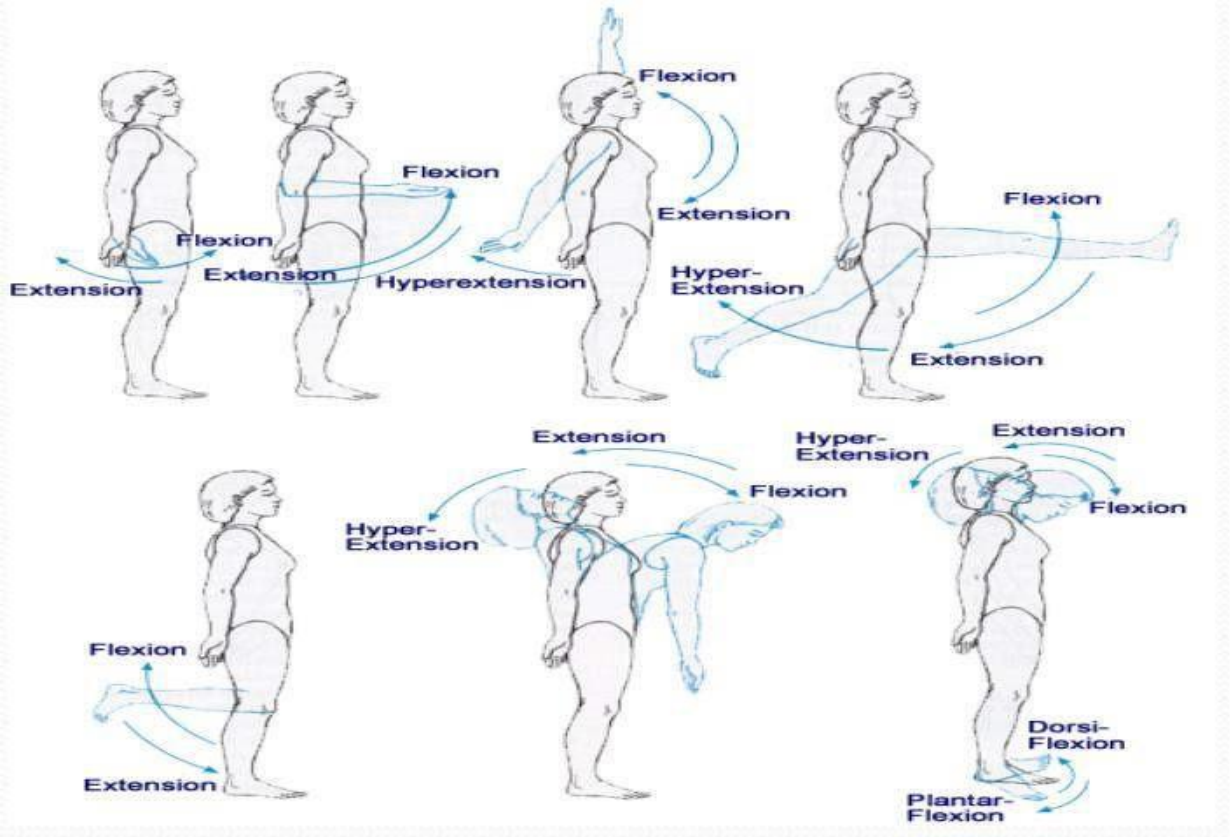
ج) اینترنا روتیشن-اکسترنال روتیشن

د) لترال فلکشن (لترال بندینگ)

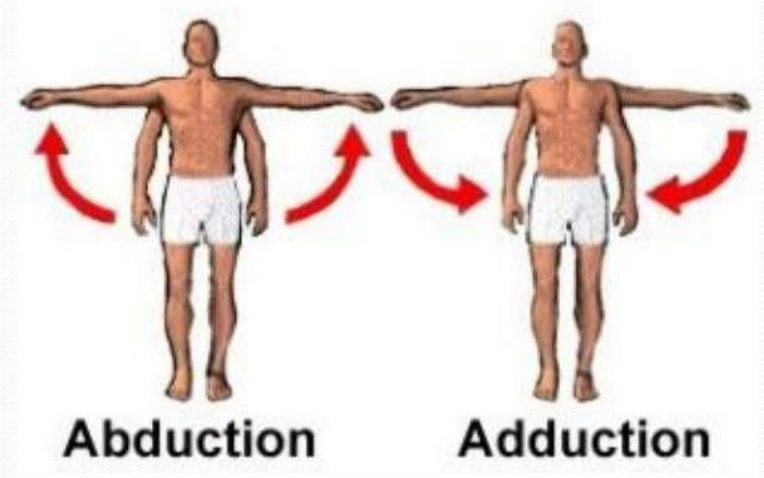
ه)حرکت دورانی (سیرکامداکشن)

نمونه هایی از

- فلکشن (جمع کردن به داخل)
- اکستنشن (خم کردن به بیرون)
- و هایپر اکستنشن (بیش از حد خم کردن به بیرون)

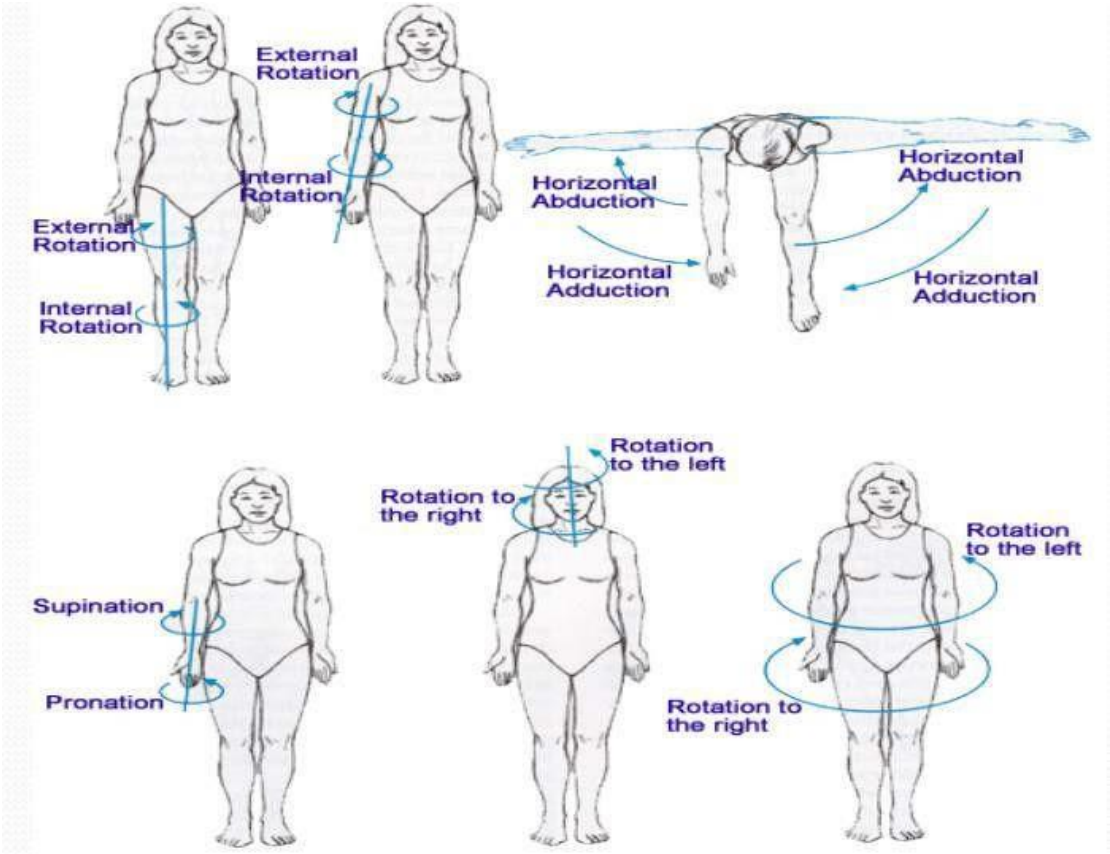


- (ابداکشن) باز شدن به بیرون
- (اداکشن) بستن به داخل

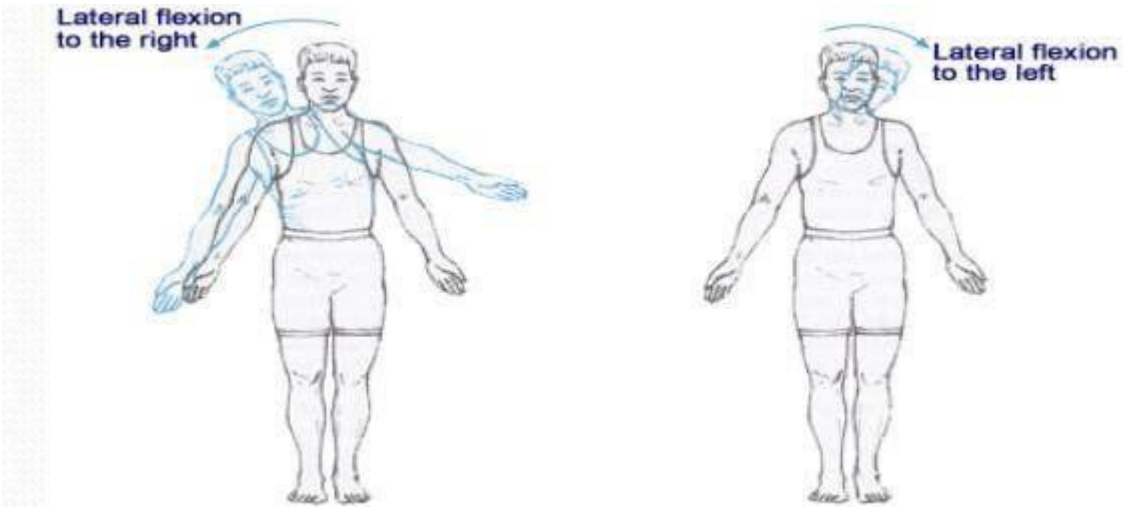


اینترنال روتیشن (چرخش رو به داخل)

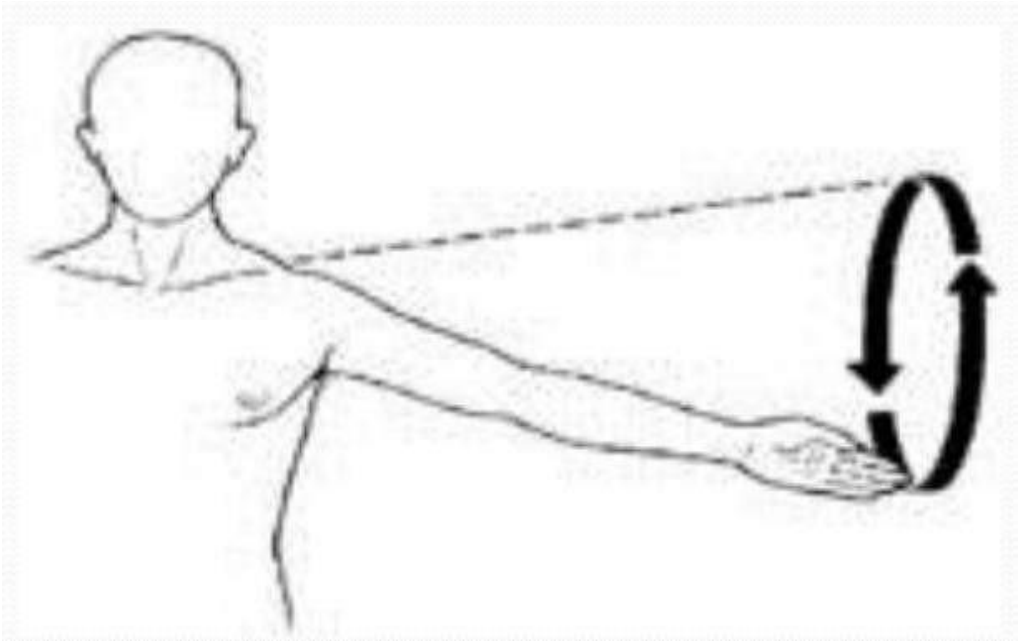
و اکسترنال روتیشن (چرخش به خارج)



لترال فلکشن (باز شدن به بیرون)

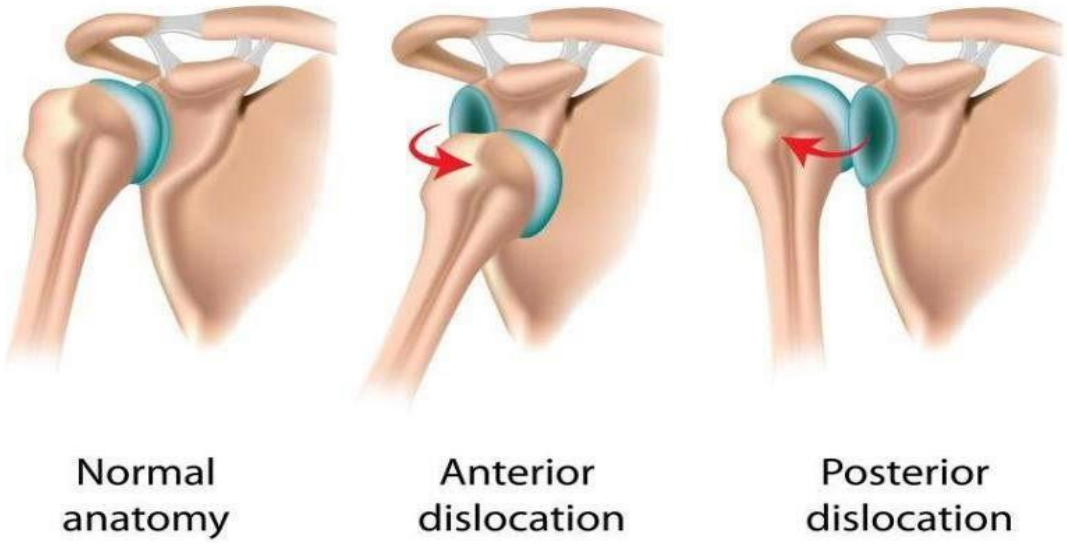


حرکت دورانی



آسیب های مفصلی:

در رفتگی مفصل، مثلا در رفتگی شانه که استخوان بازو از شانه بیرون می آید

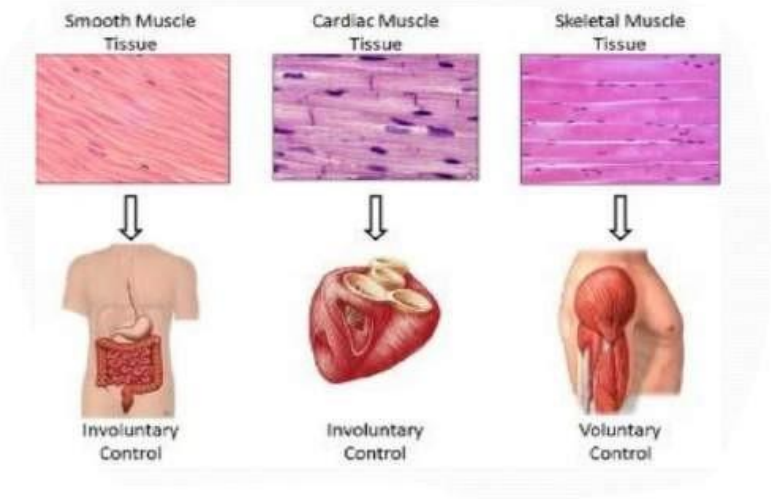


مفصل مصنوعی:

برخی مواقع که مفصل آسیب می بیند، از مفاصل مصنوعی استفاده می شود. مثلا برای مفصل گوی و کاسه که ران را به لگن وصل می کند، از مفاصل مصنوعی که در شکل زیر آورده شده استفاده می شود.

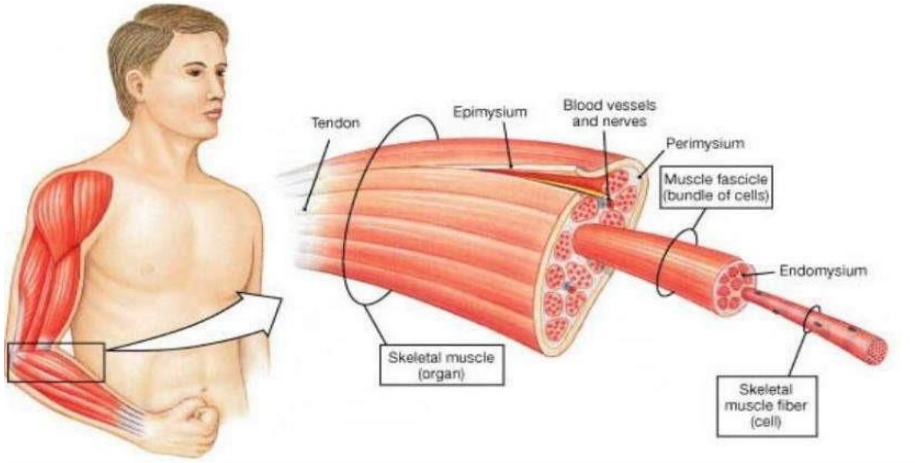
ماهیچه

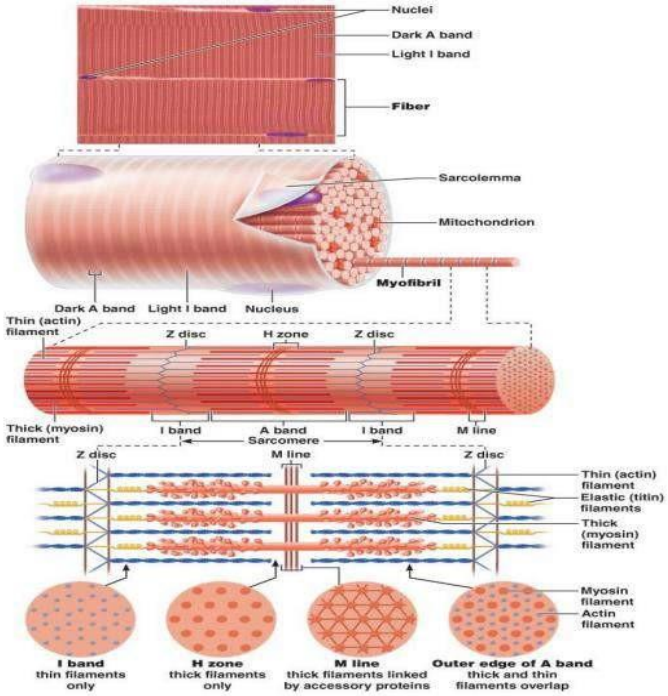
همانطور که در جلسات قبل گفته شد، ماهیچه به انواع صاف، قلبی و مخطط تقسیم می شود. در اینجا روی عضلات مخطط بیشتر تمرکز می کنیم.



انواع عضله مخطط: الف) اندام فوقانی ب) اندام تحتانی ج) تنه د) سر و گردن

- در توانبخشی بیشتر با ماهیچه های اندام تحتانی و فوقانی کار داریم.
- ساختمان هر عضله از تعدادی muscle fascicle ساخته شده است. هر muscle fascicle دسته ای از muscle cell ها است.muscle cell ها خود از مایوفیبریل و آن ها از مایوفیلامان ها و مایوفیلامان ها نیز از فیلامان های نازک (آکتنین) و ضخیم (میوزین) تشکیل شده اند.



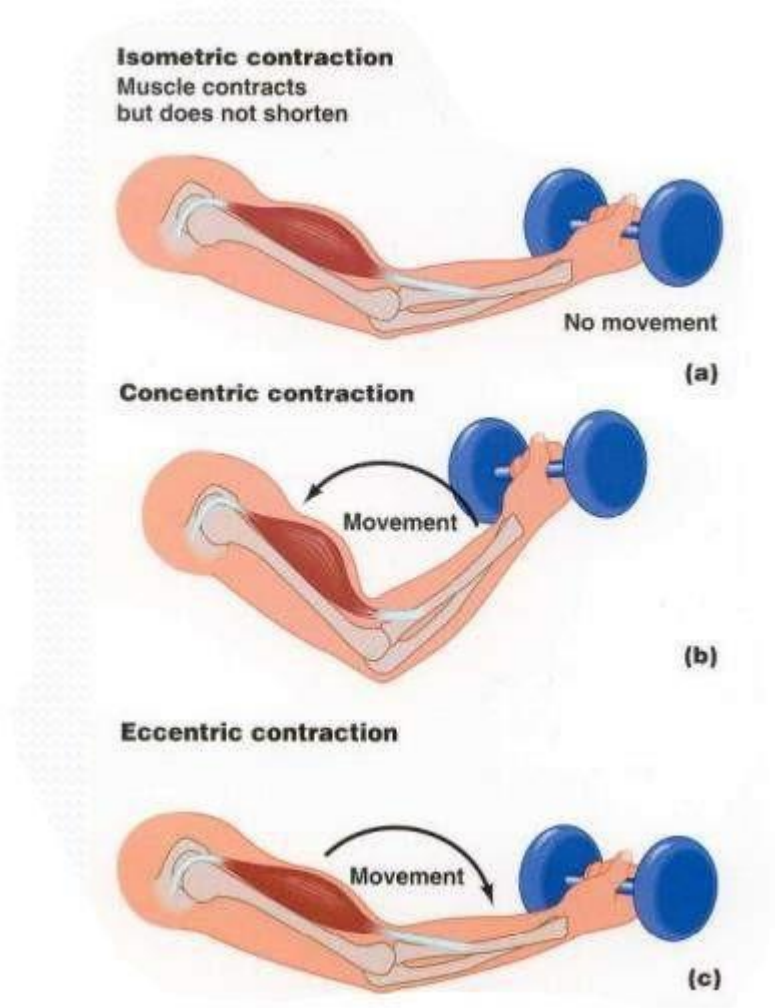


دو نوع سیستم عصبی داریم، بعضی در کانال نخاعی و برخی خارج از آن مثلا در اندام های داخلی مثل کلیه ها، ریه، دستگاه گوارش و... است .

- **انواع نورون های حرکتی آلفا:** الف) دینامیک ب) استاتیک

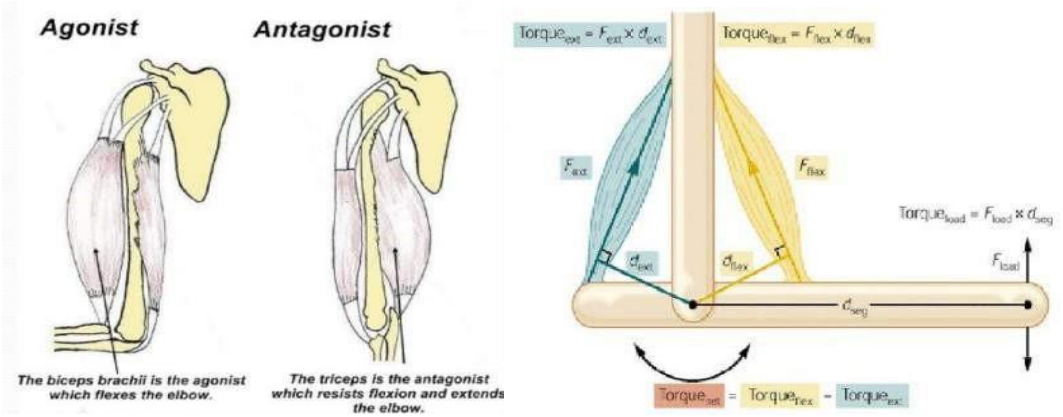
بین هر دو استخوان مفصل وجود دارد. اطراف هر استخوان را عضلات پوشانده اند و به هر استخوان دو استخوان عضله است. بحث درباره رابطه عضله و استخوان در علم کینزیولوژی

(kinesiology) بررسی می شود. این علم ترکیبی از علوم دینامیک، استاتیک، آناتومی و فیزیولوژی است و در واقع دید مهندسی به حرکت شناسی در بدن است. مثلا در شکل زیر رفتار عضله دو سر که وظیفه انقباض بازو را دارد، بررسی شده است.

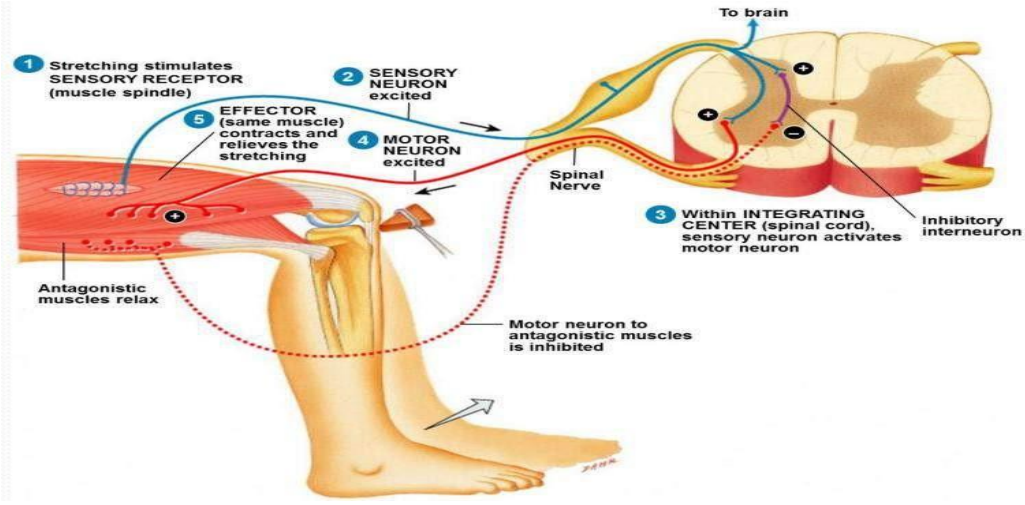


در حالت انقباض رو به مرکز(concentric contraction) عضله جمع می شود (فلکشن) و در حالت انقباض خارج از مرکز(eccentric contraction) عضله باز می شود(اکستنشن).

- اگر بخواهیم این ها را بررسی کنیم، با توجه به این که به هر استخوان دو عضله وصل شده (آگونیست «عامل جمع شدن» و آنتاگونیست «عامل باز شدن»)، حرکت استخوان ها مانند یک سیستم اهرمی بررسی می شود. یعنی هر استخوان، یک اهرم در نظر گرفته شود. این اهرم ها از نوع اهرم نوع ۲ است زیرا یک نیرو موثر و یک نیرو مقاوم و یک نقطه اتکا دارد.



- در شکل چپ بالا، نمونه عضلات آگونیست (موافق جمع شدن(و آنتاگونیست)مخالف جمع شدن) را می بینیم که عضله دو سر بازو، موافق جمع شدن آرنج و عضله سه سر بازو، مخالف جمع شدن بازو است و بازو را باز می کند.
- بحث فیدبک (البته فکر می کنم منظور استاد انعکاس باشه)نیز در عضلات مطرح است که اگر ضربه ای به تاندون (محل اتصال عضله و استخوان) وارد شود، باعث کش آمدن طول عضله می شود و این کار باعث کشیدگی دوک عضله نیز می شود، سپس دوک عضله به نخاع فرمان می دهد و نخاع به آلفا موتور نورون فرمان می دهد و آلفا موتور نورون باعث جمع شدن عضله موردنظر می شود.



دو بیماری مهم عضله عبارتست از هایپرتروفی یا کلفتی توده ی عضله و آتروفی یا نازک شدن توده ی عضله. البته هایپرتروفی ممکن است عارضه نباشد و شکل تناسب اندام داشته باشد اما اگر موجب بدشکلی یا خارج شدن از حالت طبیعی را داشته باشد، عارضه است.

علت هایپرتروفی، افزایش تعداد فیلامانهای اکتین و میوزین در هر فیبر عضلانی است. این قضیه برای آتروفی برعکس است.

بیماری های دیگر عضلات در شکل زیر آمده است :

- **درد عضله**
- درماتومیوزیت
- دیستروفی عضلانی
- ضعف عضلانی
- کاردیومیوپاتی
- **کشیدگی ماهیچه‌ای**
- میوپاتی
- میوکاردیت
- هیپوتونی

برای درمان بعضی از این بیماری ها مجبور به استفاده از تحریک الکتریکی یا درمان های دارویی هستیم. حتی بعضا از پوشش اسکلتی بیرونی استفاده می شود.

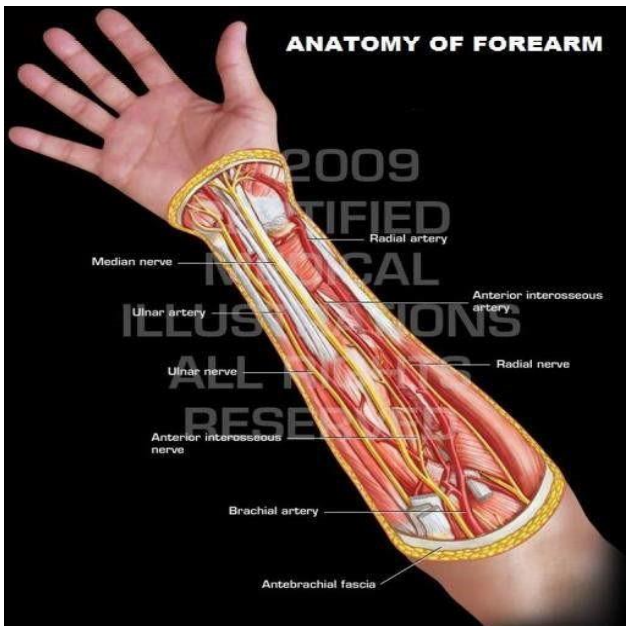
- درد عضله(myalgia): مهمترین عامل آن کار کشیدن زیاد، جراحت یا کشیدگی ماهیچه است .
- کشیدگی عضله: وقتی عضله بیش از حد کشیده شود، بافت های آن کشیده یا پاره می شوند که در ۴ ناحیه ممکن است اتفاق بیافتد:

۱. بطن ماهیچه ۲. تاندون ماهیچه ۳. اتصال تاندون-ماهیچه ۴. اتصال تاندون به استخوان

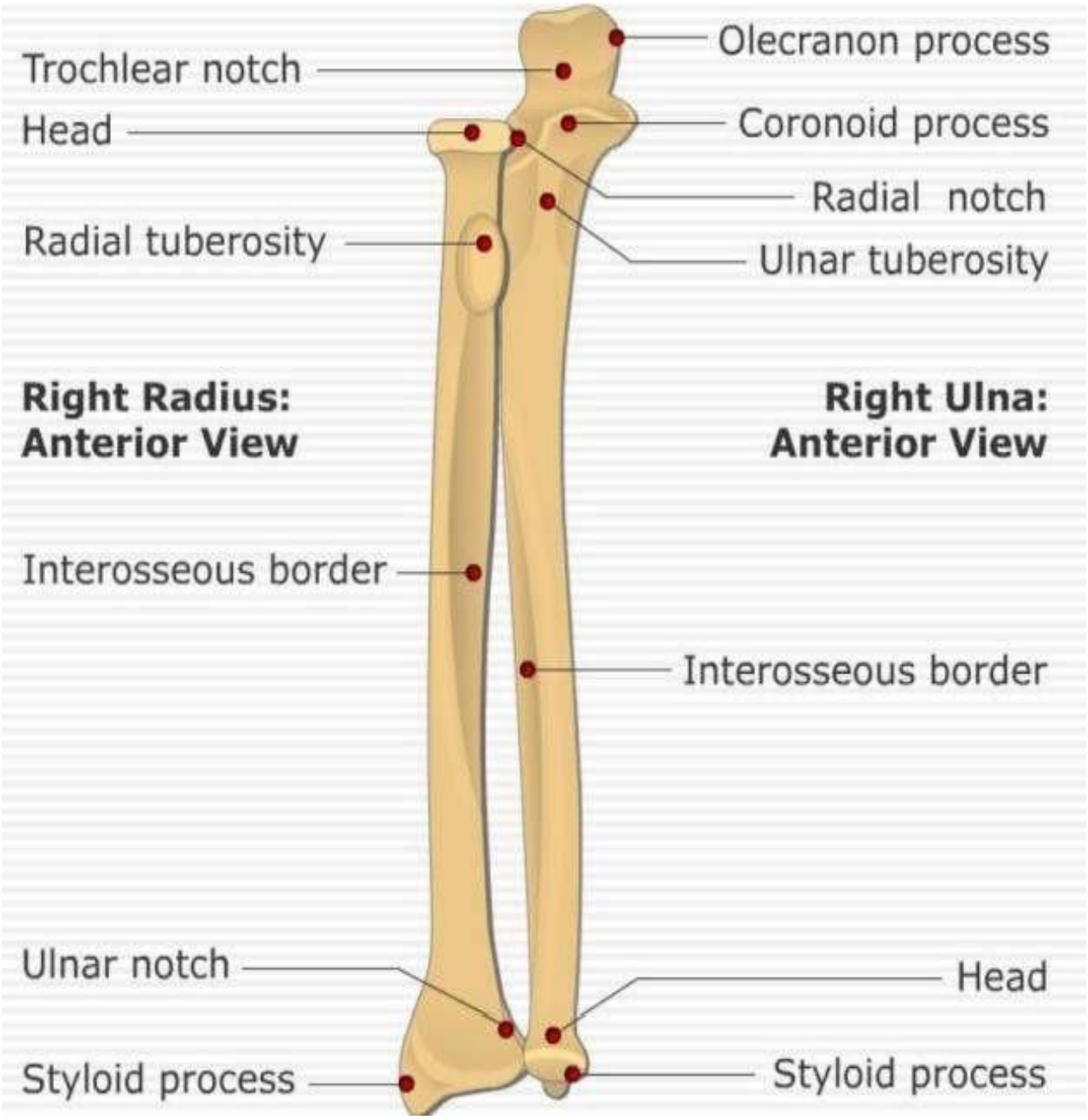
بررسی ساعد به عنوان نمونه:

علت بررسی ساعد آن است که بسیاری از پروژه ها بر روی ساعد انجام می شود.

در شکل زیر استخوان های تحت کنترل، ماهیچه ها و تاندون های ساعد را نشان می دهد. کاری که ساعد انجام می دهد ان است که قسمت های مختلف دست و انگشتان را کنترل می کند.



ساعد دو استخوان radius **و** ulna **دارد**


Trochlear notch
Head
Radial tuberosity
Olecranon process
Coronoid process
Radial notch
Ulnar tuberosity
Right Radius:
Anterior View
Right Ulna:
Anterior View
Interosseous border
Interosseous border
Ulnar notch
Styloid process
Head
Styloid process

آنالیز گیت[1]

تجزیه و تحلیل راه رفتن (آنالیز گیت):

- مطالعه راه رفتن انسان (کیس های انسانی)
- راه رفتن و دویدن
- راه رفتن مجموع های از سیکلهای گیت است - یک سیکل گیت یک استراید است

اهداف اصلی آنالیز سیکل گیت (Gait Cycle):

۱- مطالعه وزن

- مورد بررس یترین وظیفه در سیکل گیت
- شامل انتقال وزن بدن به اندامی است که به تازگی چرخش آ ن به جلو تمام شده و یک تراز ناپایدار دارد
- جذب شوک و حفظ پیشرفت بدن به جلو

۲- پشتیبانی از یک اندام (کل وزن روی یک پا باشد)

- یک اندام باید کل وزن بدن را تحمل کند
- همان اندام باید ثبات تنه را در طی پیشرفت بدن به سمت جلو فراهم کند

۳- پیشرفت اندام (بردن به جلو)

- به جداسازی پا از زمین نیاز دارد
- اندام هنگام حرکت به سمت مقصد در مقابل بدن، از سه حالت چرخش می کند.

چرا باید راه رفتن عادی (نرمال گیت) را مطالعه کرد؟

- از دست دادن توانایی راه رفتن می تواند مشکلات قابل توجهی در سلامتی بوجود آورد (بیماری های همزمان)
- درد ،تصادف، فلج یا آسیب بافتی می تواند راه رفتن طبیعی را تغییر دهد و منجر به موارد زیر شود:

✓ مشکلات اسکلتی عضلانی شدید (جبران خسارت)

✓ مشکلات قلبی عروقی و ریوی و گوارشی(عدم فعالیت به دلیل درد)

✓ مشکلات روانشناختی (افسردگی)

۱. گیت از مجموع های از سیستم های مختلف تشکیل خواهد شد (Gait Analysis)

✓ ورزش، بازی، تناسب اندام و تمرینهای توانبخشی باید دانش صحیحی از گیت نرمال داشته باشند تا بتوانند انحرافات و یا آسیب شناس یهای راه رفتن را به طور دقیق تشخیص، تفسیر و در نهایت تصحیح کنند تا کارکرد بدون درد یا همان "نرمال" را بازیابی کنند

✓ لازم به یادآوری است که هر فرد تغییرات "نرمال" خود را از الگوی طبیعی راه رفتن نمایش می دهد

✓ هدف نهایی: فرد بدون احساس درد یا به صورت راح تتری بتواند راه برود

الزامات نرمال گیت

۴ معیار اصلی برای راه رفتن ضروری است:

- تعادل

✓ توانایی ماندن در حالت ایستاده و حفظ تعادل

- تحرک

✓ توانایی حفظ و بالانس قدم به قدم حرکت کردن (استپ ریتمیک)

- انسجام سیستم اسکلتی عضلانی

✓ عملکرد طبیعی استخوان، مفصل و عضله

✓ ساختار استخوان و ارتباط مفاصل (کنزیولوژی)

- کنترل سیستم عصبی

✓ باید پیامها را دریافت کند و به اندام بگوید که بدن چگونه و چه موقع حرکت کند (بینایی، سیستم شنوایی، ورودی حسی – حرکتی)

اگراین الزامات نباشد، به معنی حالت فلجی یا معلولیت در گیت راه رفتن است

یک چرخه گیت یا استراید:

- بازهای که یک پا با زمین برخورد م یکند تا اینکه دوباره همان پا به زمین برخورد کند
- هر گام)استراید(دارای ۲ مرحله است:

✓ فاز تماس

- تماس پا با زمین

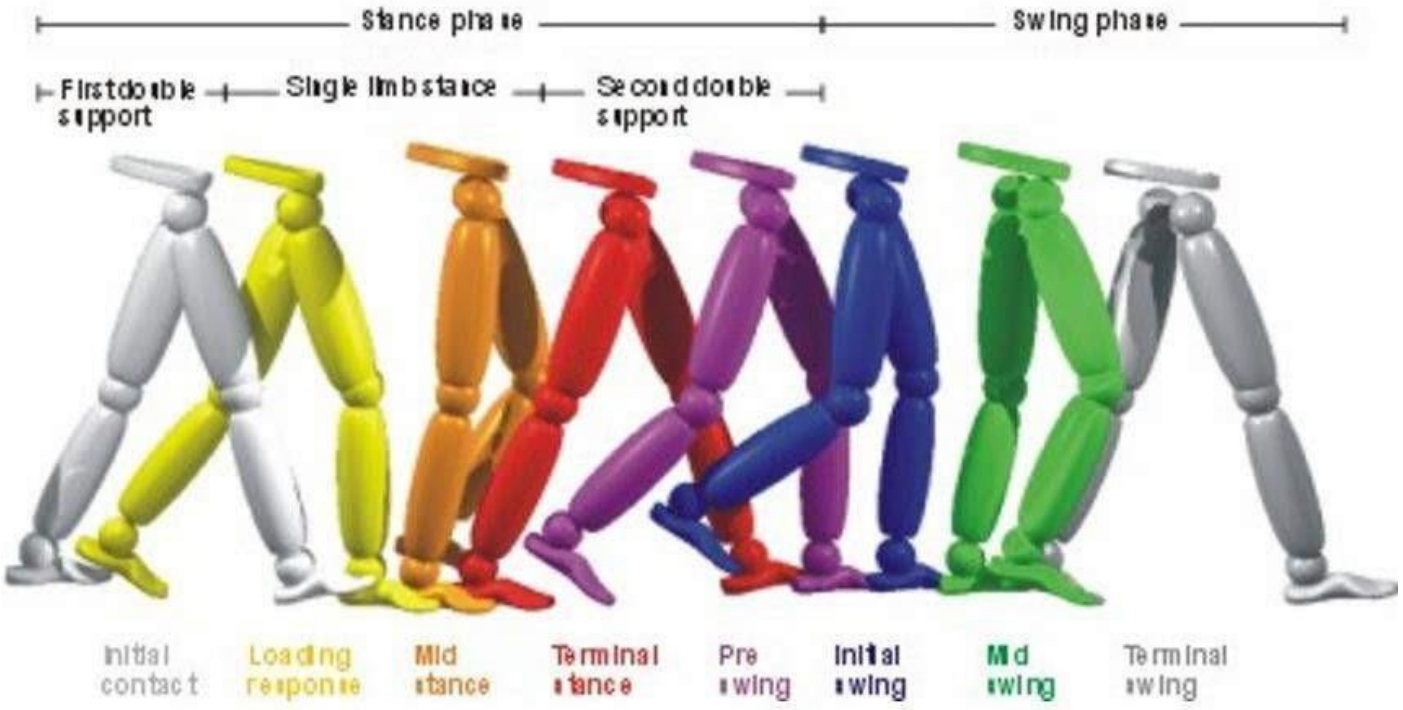
✓ فاز پرواز

- پا با زمین تماس نداشته باشد (در فضا است)

-

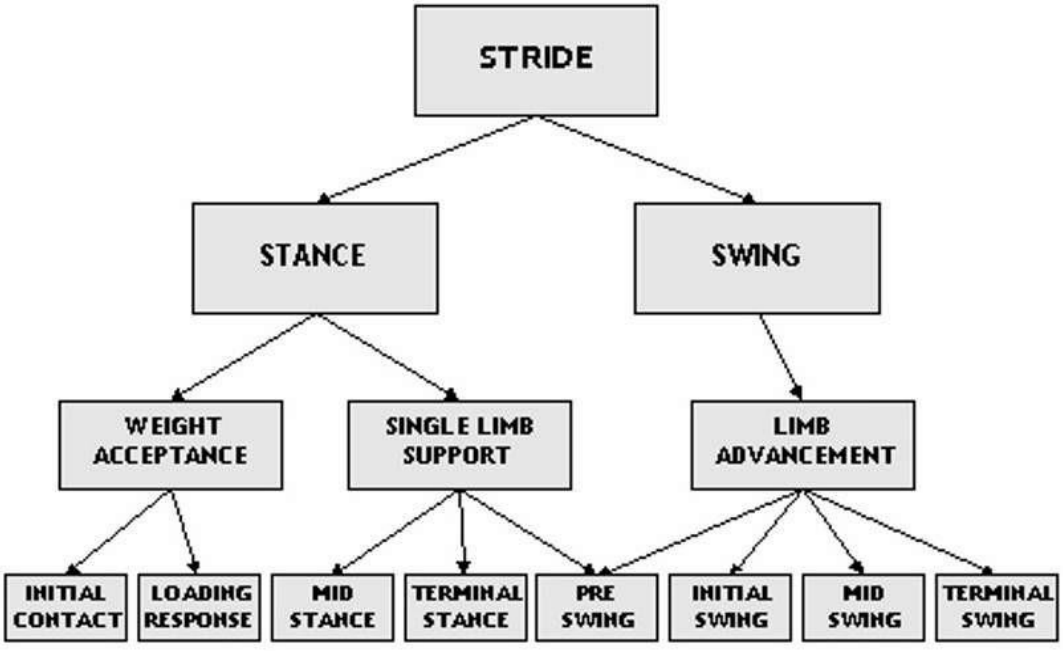
نکته: تفاوت یک استپ(step) با یک استراید(stride) این است که استراید همانگونه که ذکر شد فاصله برخورد دوباره یک پا با زمین است اما استپ باز هی برخورد یک پا به زمین تا برخورد پای دیگر به زمین است.

A Single Gait Cycle or Stride

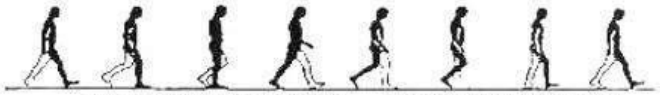


برخورد پاشنه با زمن وسط پرواز پا درهوا کندن پنجه کندن پاشنه کامل رو زمن صاف شدن پا پاشنه به زمین

Gait Flow Chart



GAIT CYCLE
JOINT MOTION AND MUSCLE ACTIVITY



STANCE PHASE 60% SWING PHASE 40%

DOUBLE LIMB SUPPORT

DOUBLE LIMB SUPPORT

PHASE OF GAIT CYCLE

INITIAL CONTACT

LOADING RESPONSE

MIDSTANCE

TERMINAL STANCE

PRESWING

INITIAL SWING

MIDSWING

TERMINAL SWING

INITIAL CONTACT

CONTRALATERAL TOE OFF

C. of G. OVER BASE OF SUPPORT

CONTRALAT. INITIAL CONTACT

TOE OFF

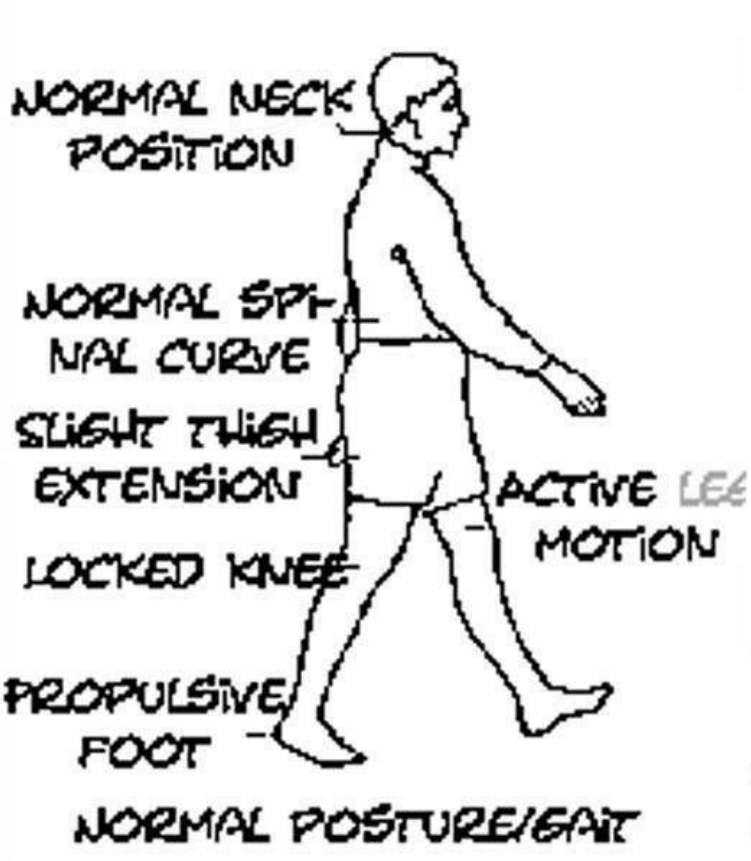
MAXIMAL KNEE FLEXION

TIBIA VERTICAL

INITIAL CONTACT

JOINT RANG OF MOTION

PELVIC FWD ROTATION	5		0	-5			0	5
HIP FLEXION	30	30	5	-10	0	20	30	30
KNEE FLEXION	0	15	5	0	40	60	30	0
ANKLE PLANT. FLEX.	0	15	-5	-10	20	10	0	0
SUBTALAR SUPINATION	5	-10	-5	5	10			5



فاز تماس

- وقتی پا فقط در تماس با زمین است
- مرحله پیشرانه
- فاز تماسی ۵ قسمت دارد:

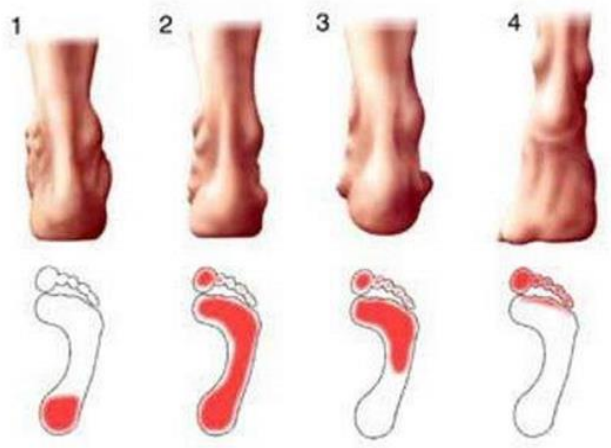
✓ تماس اولیه (پاشنه پ ا به زمین) شماره ۱

✓ آماده پاسخ (صاف شدن پا) شماره ۲

✓ میانه(کامل روی زمین) شماره ۲

✓ پایان جاب هجایی(کندن پاشنه) شماره ۳

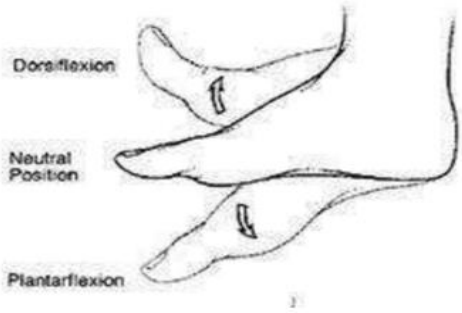
✓ بلند شدن انگشتان (کندن پنجه) شماره ۴



حرکات در طول فاز تماس:

- خم شدن مفصل شانه
- چرخش مفصل پلویس(لگن) به سمت راست(صفحه عرضی)
- چرخش ستون فقرات به سمت چپ
- کشیده شدن مفصل ران، (IRs)
- خم شدن و کشیده شدن زانو

- خم شدن مچ پا از قبیل خم شدن به بالا (Dorsiflexes)و (Plantarflexes) خم شدن به پایین
- خم شدن پا به داخل(pronates) یا خارج(supinates)
- خم شدن و کشیده شدن (انعطاف) انگشتان پا



تماس اولیه

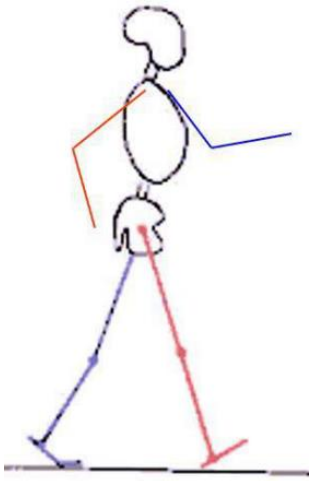
فاز ۱

- لحظه ای که پای قرمز زمین را لمس میکند
- پاشنه پا(قوزک) اولین استخوان پا است که زمین را لمس میکند.
- در همین حال ،پای آبی در انتهای مرحله کندن پاشنه از زمین است

موقعیت های استاتیک درتماس اولیه

- (freeze frame positions)

- شانه کشیده شده است
- لگن به سمت چپ چرخانده شده است
- مفصل ران خم شده و از سمت خارجی چرخانده شده است
- زانو کاملا کشیده شده است
- مچ پا دورسی (به بالا) خم میشود
- کف پا سوپین (به خارج)خم میشود
- انگشتان پا کمی کشیده میشوند



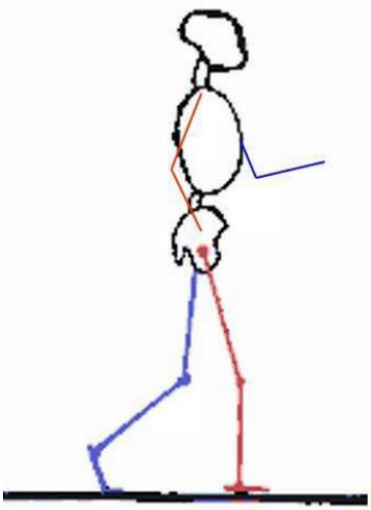
آماده پاسخ

فاز ۲

- شروع دوره ایستادن روی دو پا
- وزن بدن به پای قرمز منتقل می شود
- فاز ۲ برای جذب شوک، تحمل وزن و پیشرفت به جلو مهم است
- پای آبی در مرحله کندن پنجه است

موقعیتهای استاتیک در آماده پاسخ

- شانه کمی کشیده شده است
- لگن به سمت چپ چرخانده شده است
- مفصل ران خم شده و کمی چرخش خارجی دا د
- زانو کمی خم شده است
- مچ پا از ناحیه پلانتار به حالت نرمال تغییر وضعیت میدهد
- کف پا طبیعی است (چرخش به چپ یا راست ندارد)
- انگشتان پا طبیعی هستند



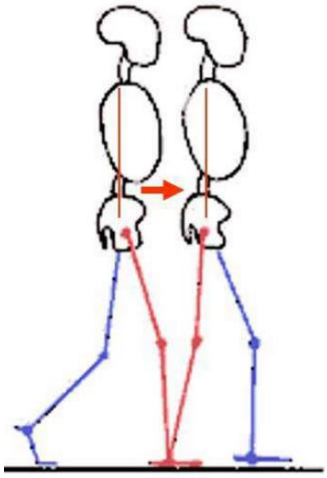
میانه

فاز ۳

- بازه تحمل تمام وزن روی یک پا
- با بلند شدن پای آبی از زمین آغاز میشود و تا زمانی که وزن بدن بر روی پای قرمز)حمایت کننده(قرار گیرد ادامه می یابد
- ران پای قرمز از کف پای قرمز پیش میرود (جلو میفتد) و پای آبی در فاز پرواز است

موقعیت های استاتیک در میانه

- شانه در حالت طبیعی است
- لگن در حال چرخش طبیعی است
- مفصل ران در حالت طبیعی است
- زانو کاملا کشیده شده است
- مچ پا نسبتا طبیعی است
- کف پا دارای پرونیت (خم شدن به داخل) است
- انگشتان پا طبیعی هستند



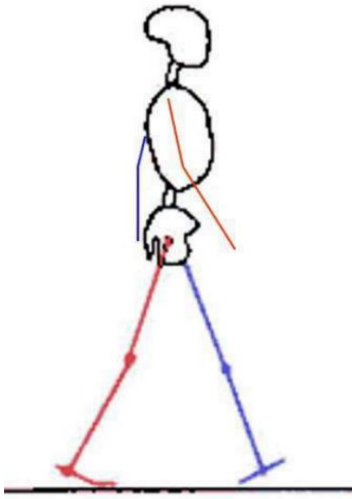
ترمینال استنس (کندن پاشنه)

فاز ۴

- با بالا آمدن پاشنه قرمز شروع م یشود و تا جایی که پاشنه پای آبی به زمین برخورد میکند ادامه دارد
- وزن بدن جلوتر از پای قرمز قرار می گیرد.

- **موقعیتهای استاتیک در ترمینال استنس**

- شانه کمی خم شده است
- لگن به سمت چپ چرخانده شده است
- مفصل ران کشیده و چر خش داخلی دارد
- زانو کاملاً کشیده شده است
- مچ پا دورسی است
- پا اندکی سوپین می شود
- انگشتان پا طبیعی هستند



بلند شدن انگشتان

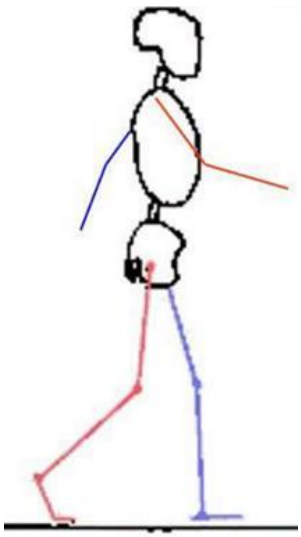
فاز ۵

- دومین دوره ایستادن روی دو پا در سیکل گیت
- با تماس اولیه پای آبی شروع می شود و با کنده شدن پنجه پای قرمز پایان می یابد
- انتقال وزن بدن از یک طرف اندام
- به طرف مقابل انجام میشود

موقعیت های استاتیک در بلند شدن انگشتان

خم شدن شانه

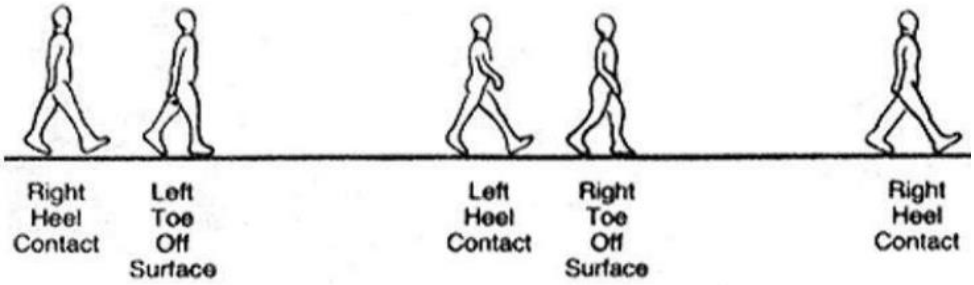
- لگن به سمت راست چرخانده شده است
- مفصل ران کاملا کشیده و از داخل چرخانده شده است
- زانو کاملاً کشیده شده است
- مچ پا از ناحیه پلانتار خم شده است
- کف پا کامالً سوپین شده است
- انگشتان پا کاملاً کشیده شده اند



مشخصه های فاز تماس

در طول یک قدم (استراید) تنها ۲دوره پشتیبانی از دو اندام (هر دو پا روی زمین) وجود دارد

- آماده پاسخ (پای راست) و کندن پنجه (پای چپ)
- آماده پاسخ (پای چپ) و کندن پنجه (پای راست)



فاز پرواز:

- هنگامی که پا با زمین تماس ندارد؛ در حال پرواز است.
- مرحله پیشرفت (به جلو رفتن) اندام
- ۳ قسمت فاز پرواز:

✓ پا در هو ا

✓ وسط پرواز

✓ برخورد پاشنه با زمین

حرکات در طول فاز پرواز

- شانه خم میشود
- ستون فقرات به راست می چرخد
- لگن به چپ می چرخد (پسیو)
- مفصل ران خم می شود
- زانو خم م یشود، سپس کشیده می شود
- خمش دورسی مچ پا
- سوپیناسیون پا

- انگشتان پا کشیده می شوند

پا در هوا

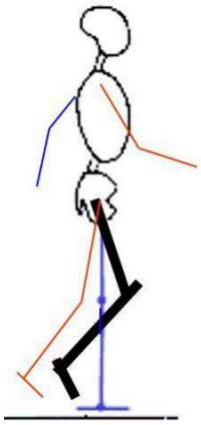
فاز ۶

- با بلند شدن پای قرمز از زمین شروع می شود و وقتی ران پای قرمز در حال پرواز در موقعیت مخالف پای ایستاده آبی قرار می گیرد، پایان می یابد
- در این مرحله است که افتادگی پا (کشیده شدن پا روی زمین به علت معلولیت) بیشتر آشکار میشود
- پای آبی در حالت میانه است

موقعیت های استاتیک در پا در هوا

- شانه خم شده است
- ستون فقرات به سمت چپ چرخانده شده است
- لگن به سمت راست چرخانده شده است
- مفصل ران کمی کشیده شده و به صورت داخلی چرخانده شده است
- زانو کمی خم شده است
- مچ پا کاملا از ناحیه پلانتار خم شده است
- کف پا به حالت سوپین قرار دارد

- انگشتان پا کمی خم شده اند



وسط پرواز

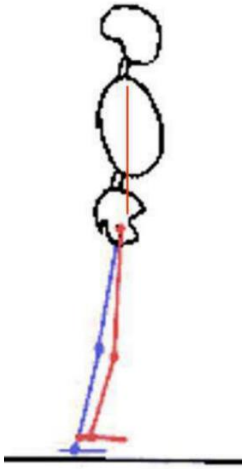
فاز ۷

- از پایان مرحله پا در هوا شروع م یشود و تا زمانی که اندام در حال پرواز قرمز جلوی بدن قرار گیرد ادامه می یابد.
- مرحله پیشرفت پای قرمز
- پای آبی در اواخر حالت میانه قرار دارد

- **موقعیت های استاتیک در مید سوئینگ**

- شانه در حالت طبیعی است
- ستون فقرات در حالت طبیعی است
- لگن در حالت طبیعی است
- مفصل ران در حالت طبیعی است
- زانو ۶۰-۹۰ درجه خم شده است
- مچ پا از خمش ناحیه پلانتار تا حالت طبیعی تغییر میکند

- کف پا طبیعی است
- انگشتان پا کمی کشیده شده اند



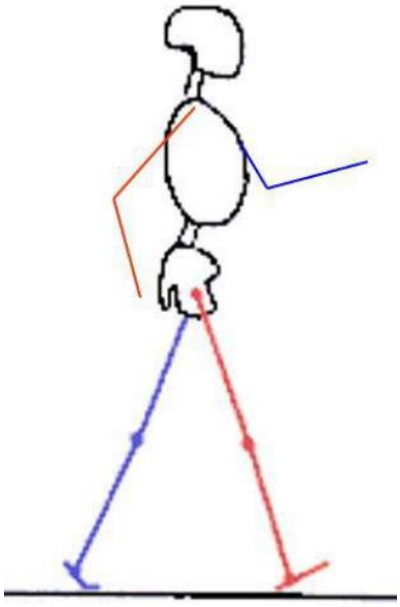
برخورد پاشنه با زمین (ترمینال سوئینگ)

فاز ۸

- در انتهای مید سوئینگ شروع میشود و هنگام لمس زمین با کف پا به پایان میرسد
- مرحله پیشرفت اندام در این فاز به پایان میرسد

موقعیت های استاتیک در ترمینال سوئینگ

- شانه کشیده شده است
- ستون فقرات به سمت راست چرخانده شده است
- لگن به سمت چپ چرخانده شده است
- مفصل ران خم شده و به صورت خارجی چرخانده شده است
- زانو کامال کشیده شده است
- مچ پا کامال خمش دورسی دارد
- کف پا طبیعی است
- انگشتان پا کمی کشیده شده اند



متخصصین ارزیابی کننده آنالیز گیت :

- متخصص ارتوپدی: بررسی ارتوپدیک
- متخصص فیزیولوژی : اندازه گیری EMG
- متخصص نورولوژی: فعالیت آکسون ها
- متخصص بیومکانیک: هندسه حرکت و نیرو ها

اصول توانبخشی و وسایل و دستگاه ها

Knee-Ankle -Foot Orthosis (KAFO) with and without forearm crutches:

Ankle foot orthosis(AFO):

Tilt Table

ارتز جایگزین اندام نمی شود!

اروتزهای اندام پایینی (LE orthosis)

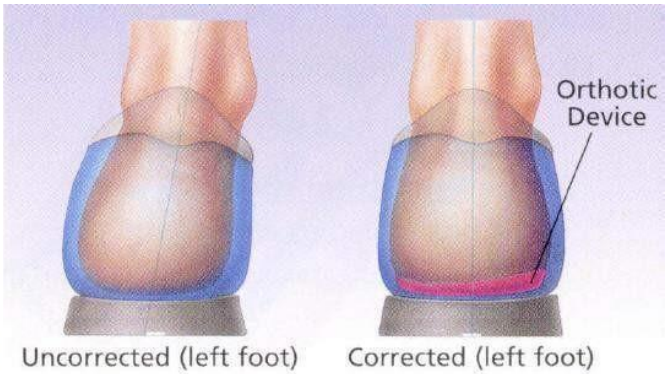
(Lower extremity orthesis)

۱ـ کفش های اروتزی

۱. اروتزهای کف پا

۱-۱ تطبیقی

۲-۱ اصلاح کننده



۲. اروتزهای قوزک -کف پا(AFO)

۲-۱ اروتزهای قوزک -کف پا پلاستیکی ۳-۱-۱ PLS

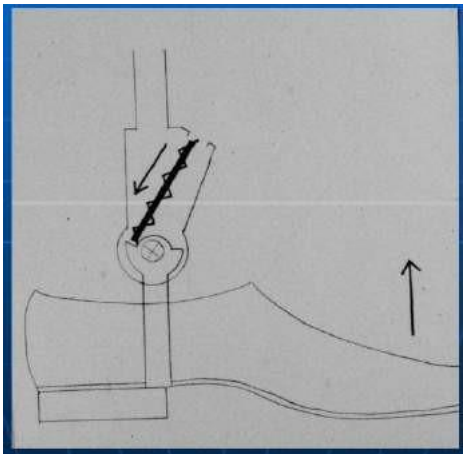
۳-۱-۲ JBM

Midmalleolar trimline ۳-۱-۳

Anterior malleolar trimline ۳-۱-۳

۲-۲ اروتزهای قوزک-پا فلزی

۳-۲ -۱ مفصل قوزک تک کاناله



۳-۲ -۲ مفصل قوزک دو کاناله

۳. اروتز های PTB

۱-٤ مدل پلاستیکی دو تیکه ای

٤. اروتزهای زانو-قوز ک- پا (KAFO)

مفاصل زانوی بکار رفته در این اروتز به ۶ دسته تقسیم می شوند که عبارتند از:

۱. Drop قفل

۲. Bail قفل

۳. قفل ضامن دار(Ratchet)

۴.

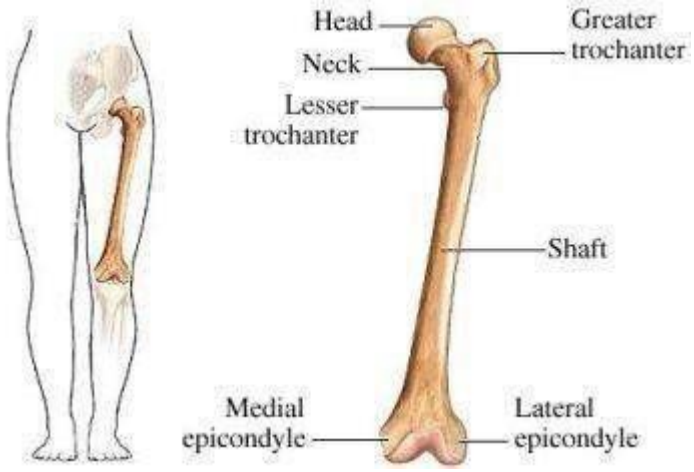
۵. مفصل زانوی Offset

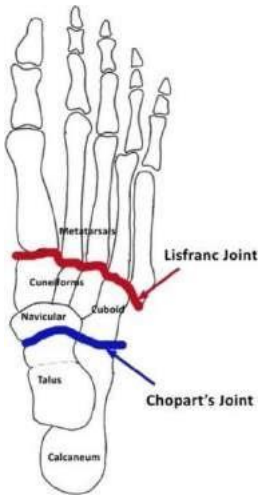
۵. Trick زانوی

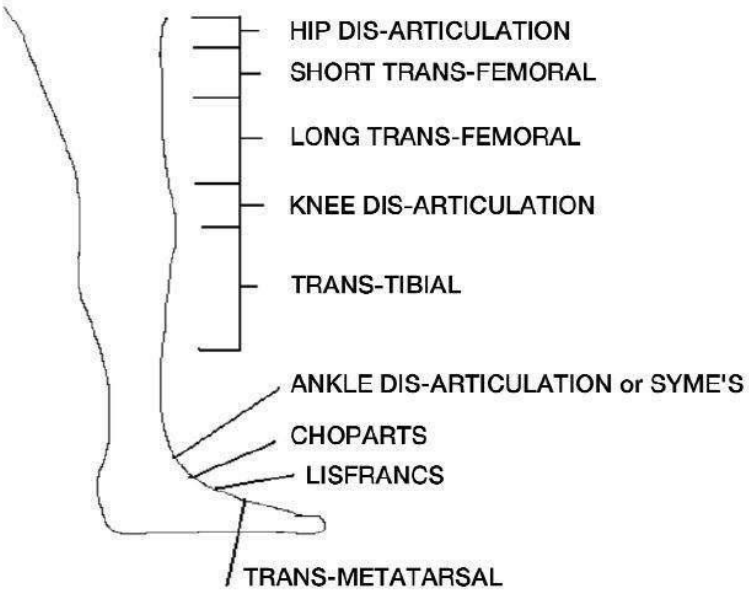
٦. زانوی قفل شونده در فاز Stance

۵. اروتزهای لگن-زانو -قوزک (HKAFO)

قطع اندام پایینی (LE Amputations):



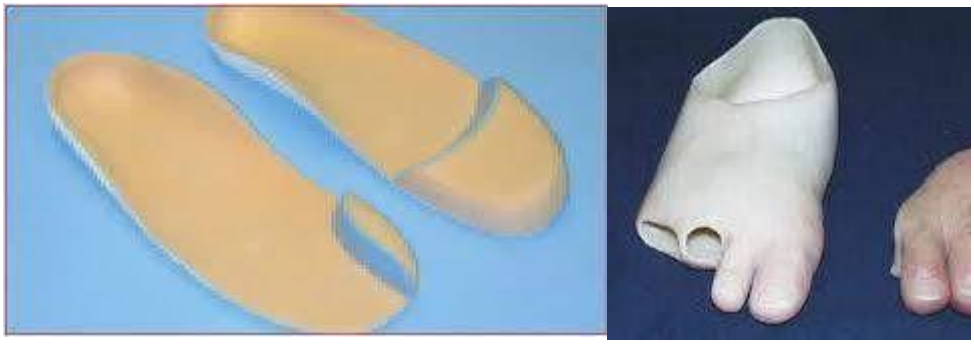




پروتزهای اندام پایینی (LE Prosthesis):

۱- پروتزهای مربوط به قطع جزیی پا

۱-۱ پروتز مربوط به قطع انگشتان پا



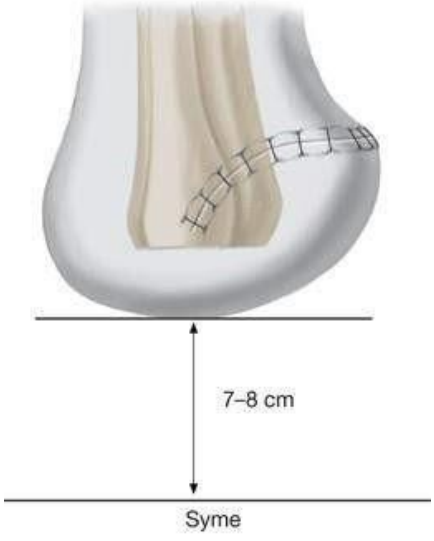
۱-۲ پروتز مربوط به قطع کلیه انگشتان پا و قسمت ابتدایی استخوان متاترسال (Ray Resection)

۱-۳ پروتز مربوط به قطع استخوان متاترسال

۱-۴ - پروتز مربوط به قطع مفصل Lisfranc

۱-۵ پروتز مربوط به قطع مفصل Chopart

۲- پروتزهای مربوط به قطع قوزک پا (Syme)

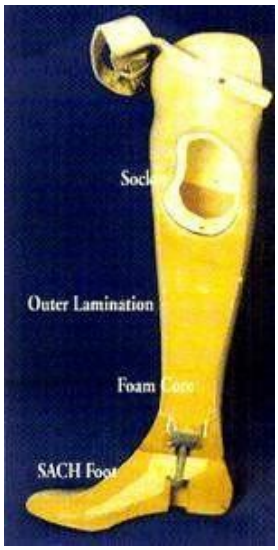


Prosthetic Feet
(Examples of Commercial Products Currently Available)

Response	*No ankle motion*	*Simulated motion*	*Single-axis*	*Multi-axis*
No energy	SACH Foot	SAFE Foot	Single-axis Foot	Greisinger Foot
Energy	Seattle Foot	Luxon DP Foot		College Park

SACH, solid ankle cushion heel; SAFE, solid ankle flexible endoskelton; DP, dynamic pylon.

۳- پروتزهای مربوط به قطع استخوان تیبیا



برای اتصال سوکت ها به کندیل پا از یکی از این چهار روش استفاده می شود:

۱- گوه ی سوپرا کوندیلار

۲- ایجاد خلاء با استفاده از آستری ژله ای، پین و قفل شاتلی

۳- استفاده از ساق های الاستیکی

٤- تسمه ی سوپرا کوندیلار

SUSANAMINAEE.IR

٤- پروتزهای مربوط به برداشتن مفصل زانو:

٥- پروتزهای مربوط به قطع استخوان فمور:

انواع زانو های استفاده شده در این پروتزها بر اساس عملکردشان:

۱- زانوی قفل شونده ی دستی:

۲-زانوی کنترل کننده ایستادن:

۳-زانوهای پنوماتیکی:

٤-زانوهای هیدرولیکی:

٥-زانوهای پلی سنتریک:

٦-زانوهای هیبرید پلی سنتریک:

۷-زانوهای هیدرولیکی کنترل شده توسط میکرو پروسسورها:

The Endolite Adaptive Knee

۶- پروتزهای مربوط به برداشتن مفصل لگن:

اروتزهای اندام بالایی UE orthosis:

۱- اروتزهای انگشتان:

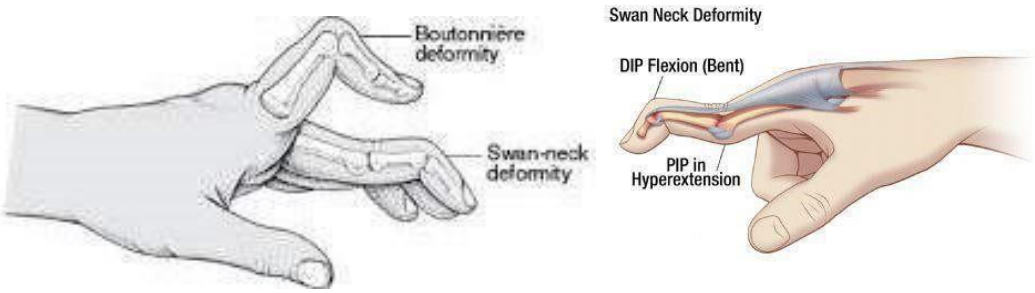
۱-۱ آتل استاتیکی شیار دار و آتل محیطی

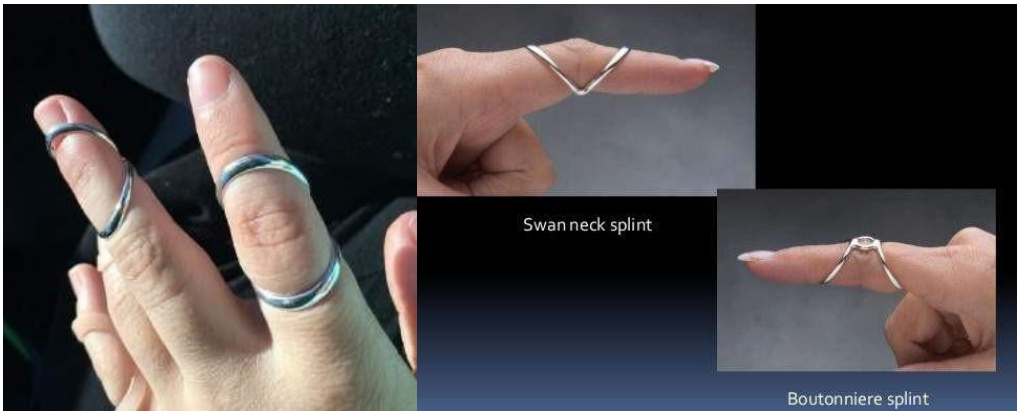
آتل استاتیکی شیار دار

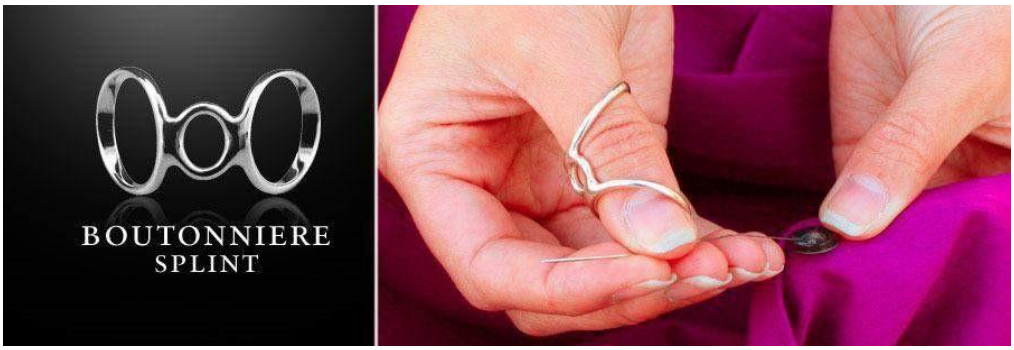
آتل محیطی یا پیرامونی

۱-۲ اروتز دینامیکی انگشت

۱-۳ اروتز حلقه ای:







۲- اروتزهای انگشت- دست:

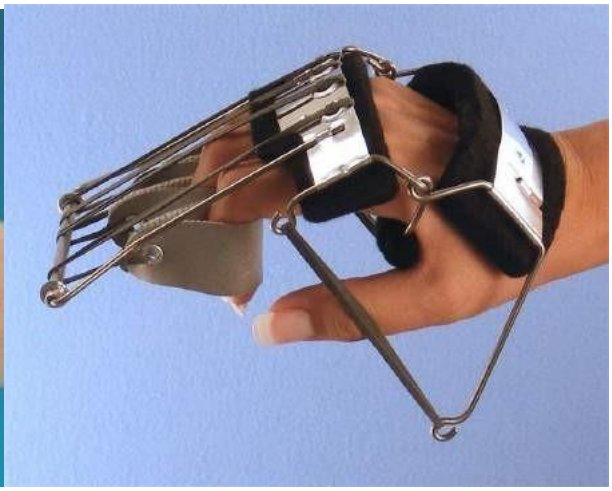
۲-۱ (thumb spica splint) آتل سپیکای شصت

۲-۲ اروتز Opponens کوتاه

۳-۲ اروتز Opponens کوتاه

۳-۳ اروتز انگشت-دست، محدود کننده ی خم شدن مفاصل metacarpophalangeal دست

۳-٤ اروتز خم کننده ی انگشتان

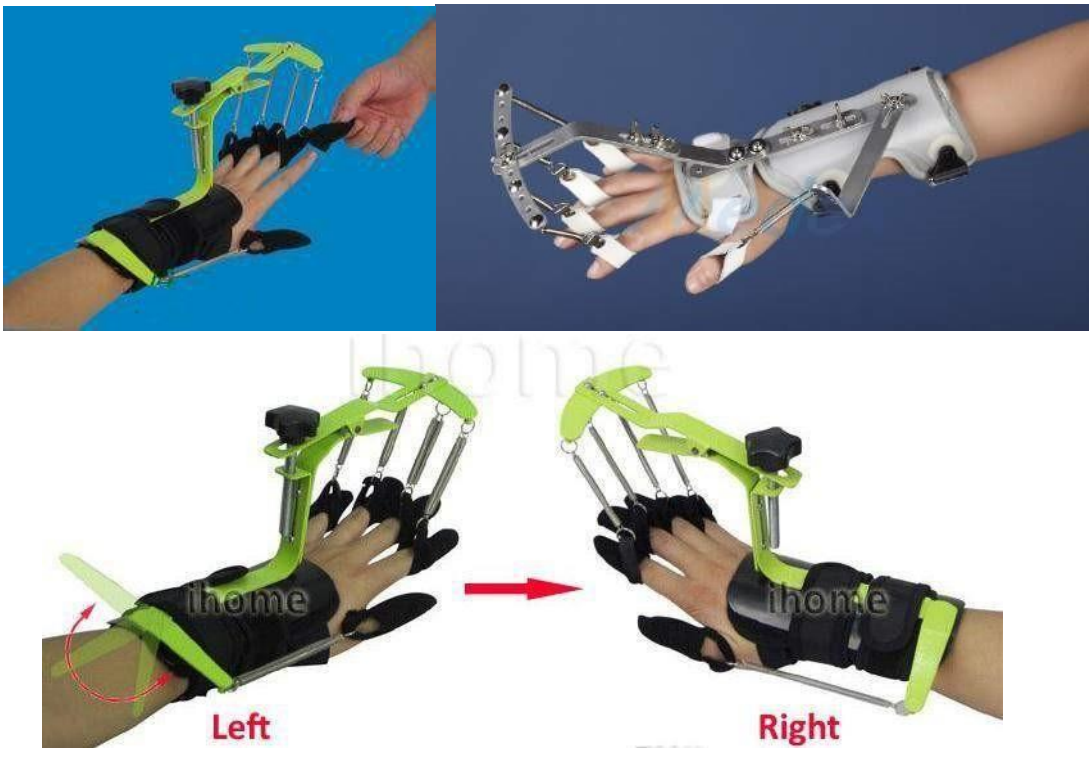


٤ اروتزهای انگشت- دست-مچ:

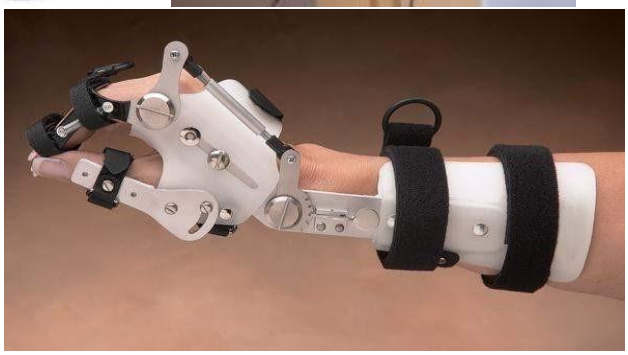
٤-٢ آتل بالا برنده مچ

٤-٣ اروتز استاتیکی انگشت- دست-مچ

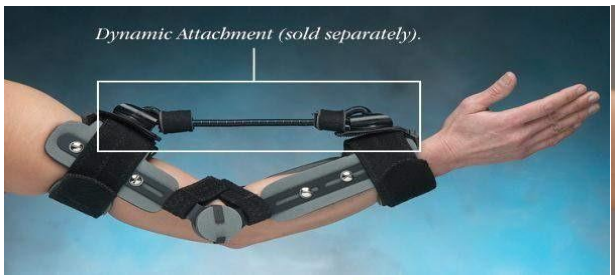
٤-٤ اروتز دینامیکی انگشت- دست-مچ



٤-٥ اروتز tenodesis یا خم کننده مفصلی



۴ – اروتز آرنج:

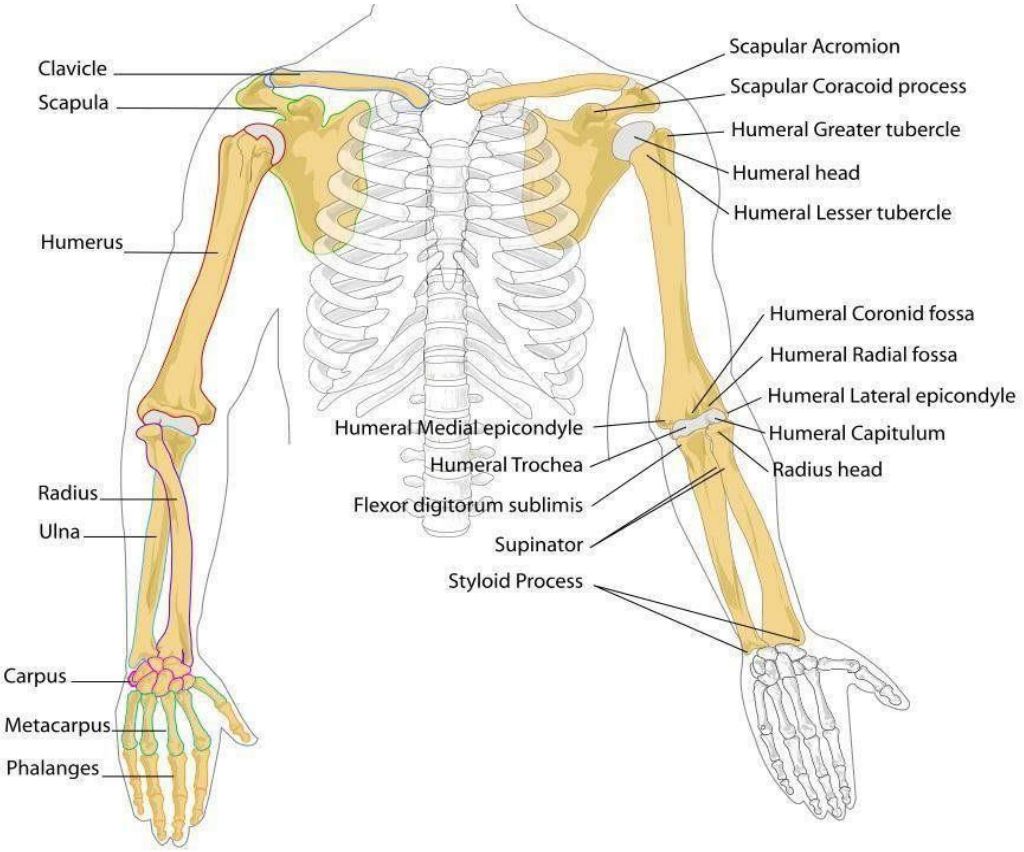


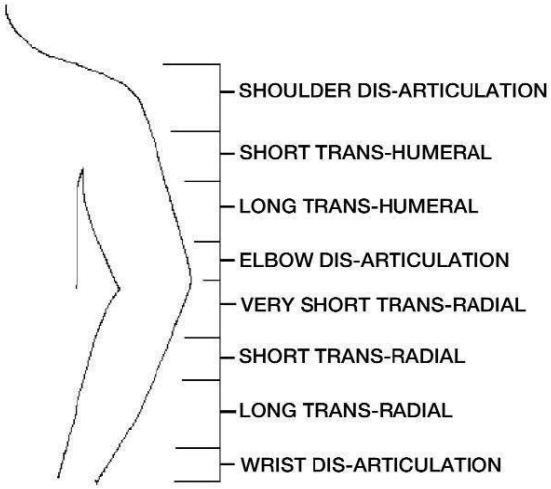
۵ -اروتز شانه:

۵-۱آتل مدل هواپیما و تفنگدار:

۵-۲ اروتز غیر الاستیک در برگیرنده هموروس (non-elastic humeral cuff)

قطع اندام بالایی (UE Amputations):

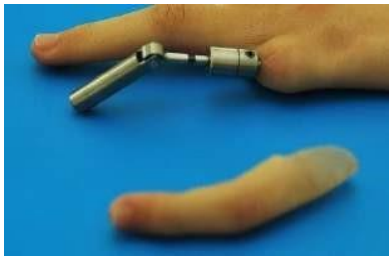




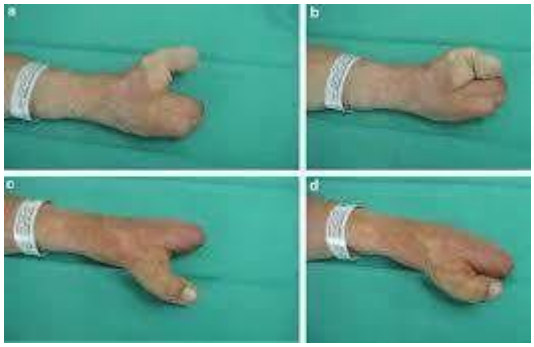
امروزه بپرینترهای سه‌بعدی ساخته می‌شوند!

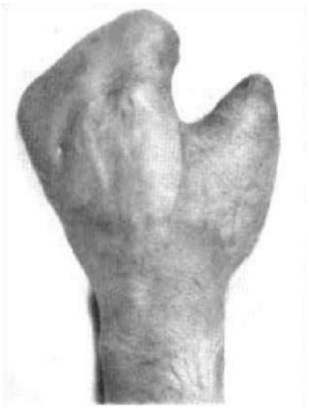
پروتزهای اندام بالایی (UE Prosthetic)

۱-پروتزهای مربوط به قطع انگشت:

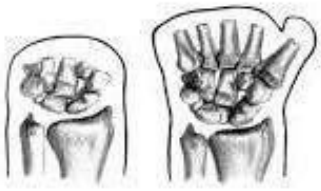


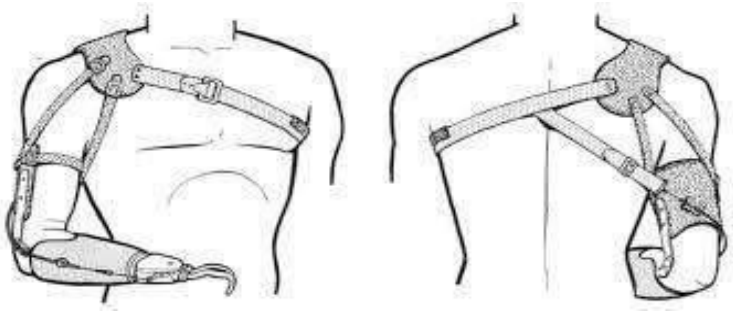
۲-پروتزهای مربوط به قطع کلیه انگشتان (Mitt Amputation):

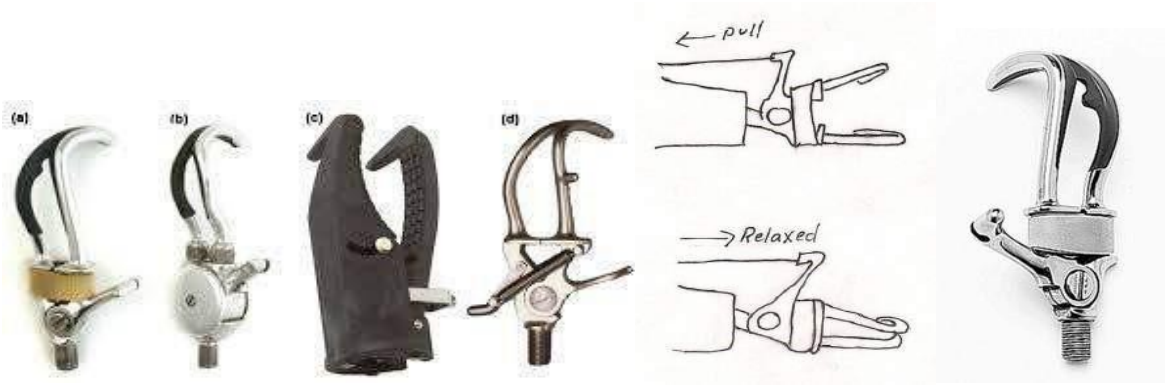




۳- پروتزهای مربوط به قطع جزیی کف دست:





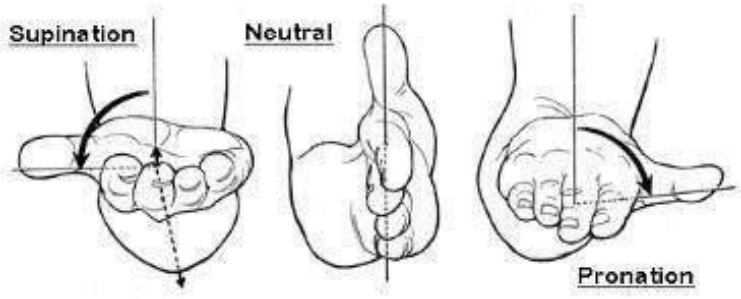


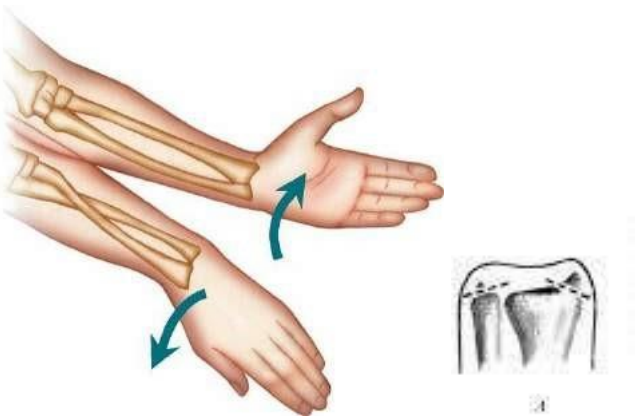
انواع قالب های جایگزین انگشتان

انواع

دستهای مکانیکی

٤- پروتزهای مربوط به برداشتن مفاصل مچ دست:

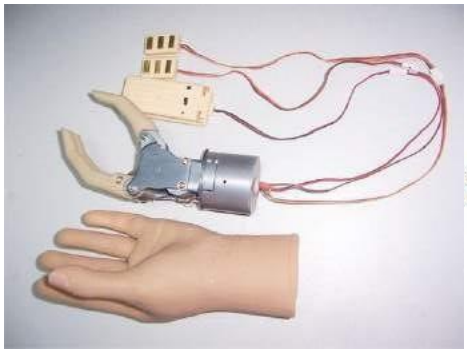




۴-۱پروتزهای قدرت گیرنده از بدن (کابلی)

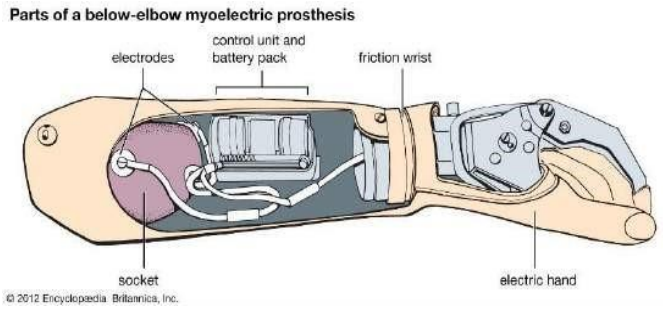
به عکس بالای صفحه قبل مراجعه شود

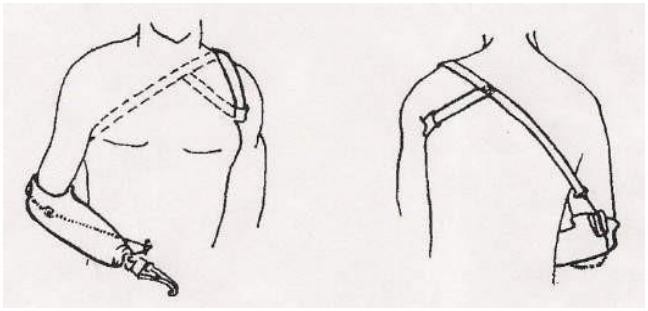
۴-۲پروتزهای مایوالکتریکی



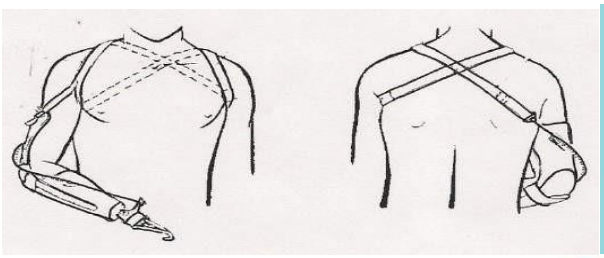
٥- پروتزهای مربوط به قطع استخوان رادیوس:

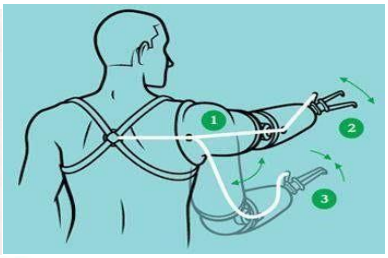
۵-۱پروتز مربوط به قطع بلند



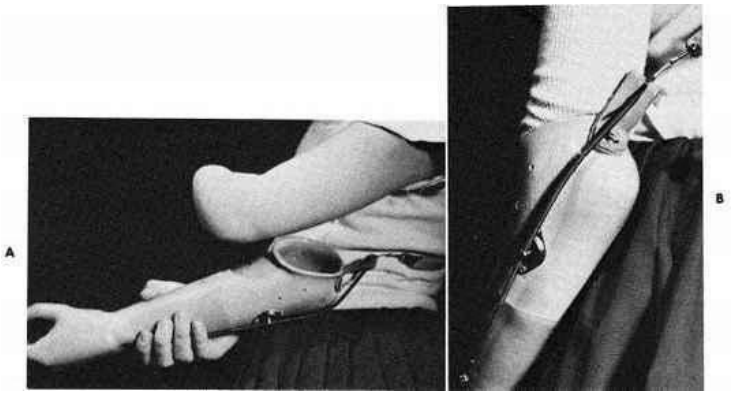


۵-۲پروتز مربوط به قطع کوتاه





۵-۳پروتز مربوط به قطع خیلی کوتاه



۶- پروتزهای مربوط به برداشتن مفاصل آرنج:

۷- پروتزهای مربوط به قطع استخوان هموروس:

۷-۱پروتز مربوط به قطع بلند

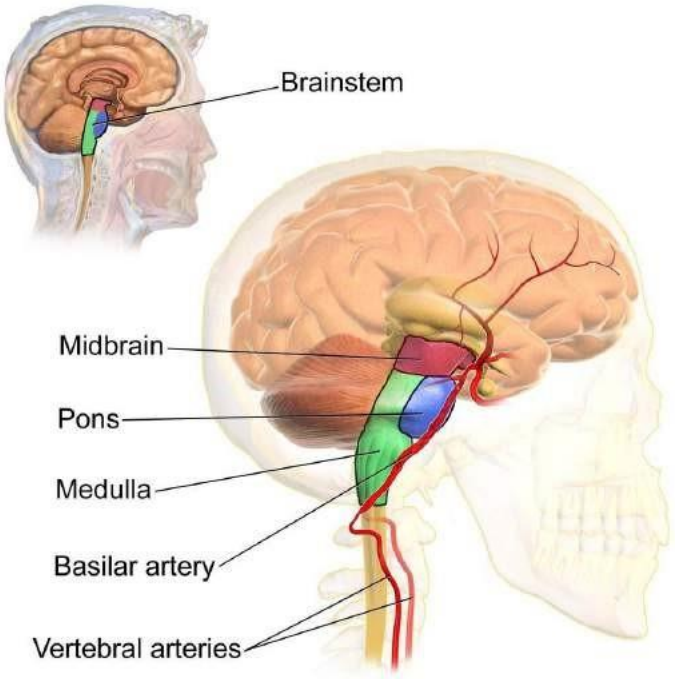
۷-۲پروتز مربوط به قطع کوتاه

۷-۳پروتز مربوط به قطع خیلی کوتاه

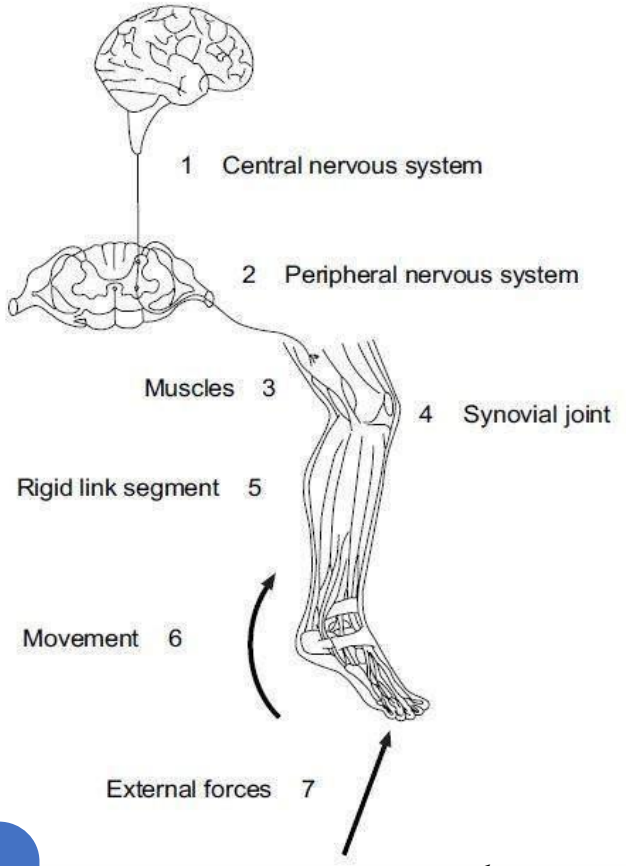
۸- پروتزهای مربوط به برداشتن مفاصل شانه:

۹- پروتزهای مربوط به قطع ربع قدامی بدن:

سیستم عصبی مرکزی:



توالی پروسه های مربوط به راه رفتن (Sequence of Gait-related Processes)



کورتکس حرکتی طی مراحلی که در تصویر قابل مشاهده است (*CNS*)، پیام را به نخاع میفرستد و همچنین بالعکس که از اعصاب محیطی به نخاع برمیگردد (*PNS*)

منشا ناهنجاری‌های ناشی از سیستم عصبی مرکزی

۱. بیماری ام اس
۲. پارکینسون
۳. سکته‌های مغزی
٤. هانتی نگتون

* سکته ها (فلج)یا همان فلج یکطرف بدن(hemiplegia): ارتزی مناسب برای این گونه ناهنجاری ---> اسکلت پوشش خارجی

(Exoskeleton) ---> ربات کمکی برای حرکت؛ ربات اسکلتی از جنس فلز یا آلیاژ خاص (شبیه ارتز HKAFO) که در حال توسعه است .

* برای فلج عصبی، تمرینهای فیزیوتراپی نیز وجود دارد (توسط فیزیوتراپیست در مطب یا منزل یا توسط تجهیزات مکانیکی و (الکترومکانیکی) ---> اگر عضله فرد فلج حرکت نکند دچار آتروپی میشود. باید فیزیوتراپیست مفصل زانو یا لگن را هربار چندین تکرار حرکت دهد.

* دستگاه مکانیکی حرکت مفصل زانو یا مفصل لگن مثل: دوچرخه الکتریکی (در دوچرخه الکتریکی، فرد معلول سوار دوچرخه شده و با یک پروتکل تمرینی حرکت انجام میشود).

* عدم اتصال سیستم CNS مانند قطع نخاع (یعنی CNS به نخاع ارتباطش قطع شده باشد) این یک معلولیت حرکتی است.

قطع نخاع ممکن است منجر به فلج دو پا یا دو دست و دو پا شود. بنابراین یا Paraplegia (فلج دو اندام یا دو پا به علت قطع اتصال نخاع و CNS(یا Qualiplegia)فلج چهار اندام به علت قطع اتصال نخاع و CNS(و یا Hemiplegia)فلج نیمه بدن یا یک طرفه بدن به علت سکته CNS(خواهیم داشت و در این موارد نمیتوان یم به کمک پروتزها توانبخشی انجام دهیم. بنابراین برای بهبود شرایط ناشی از معلولی تهای فوق یا از اسکلت خارجی یا تحریک الکتریکی عضله استفاده میشود. ممکن است رو شهایی نیز برای کاردرمانی یا همان فیزیوتراپی به کار رود.

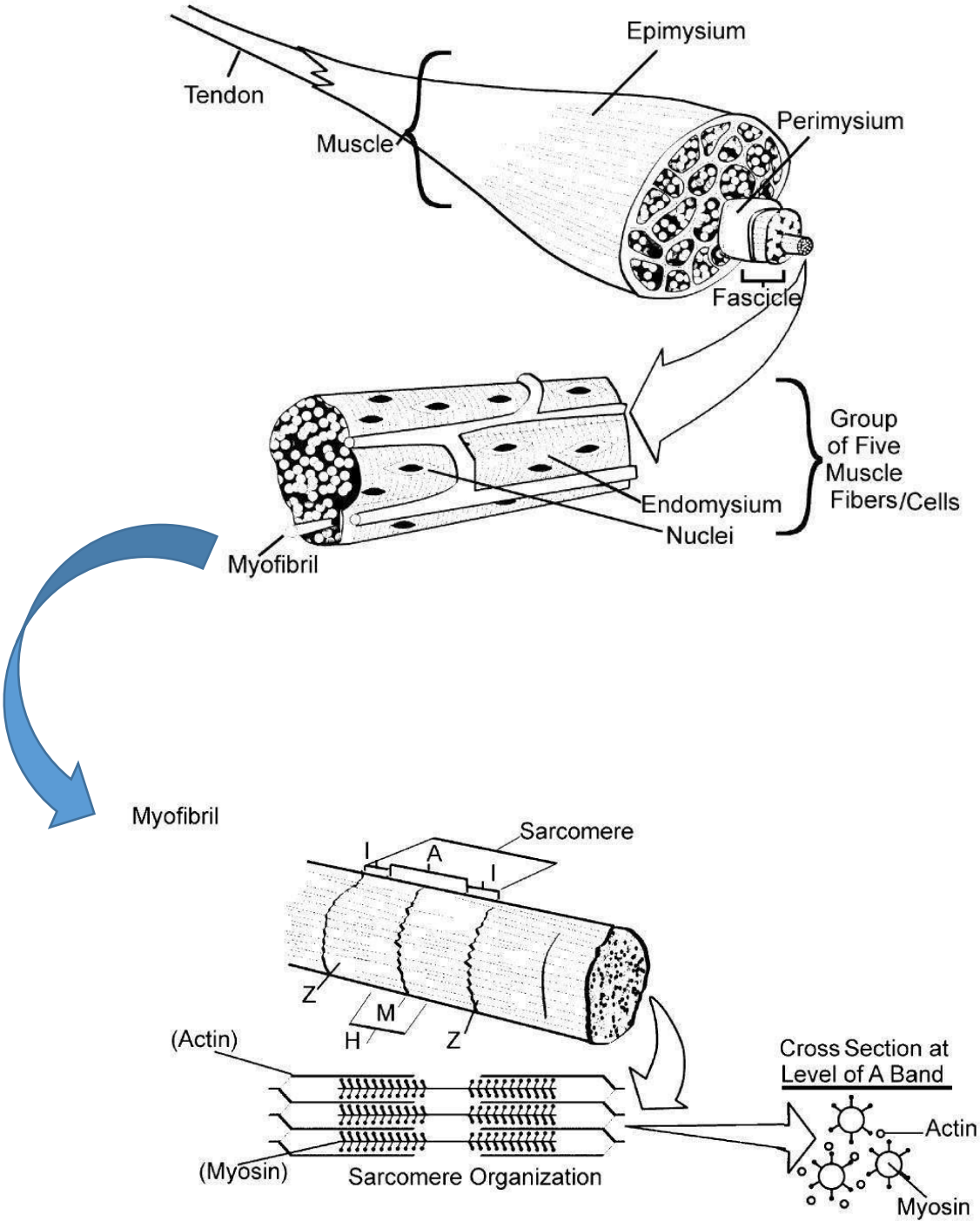
منشا ناهنجار یهای ناشی از سیستم عصبی(محیطی) :

۱. بیماری آ ال اس(ALS) تخریب اعصاب محیطی

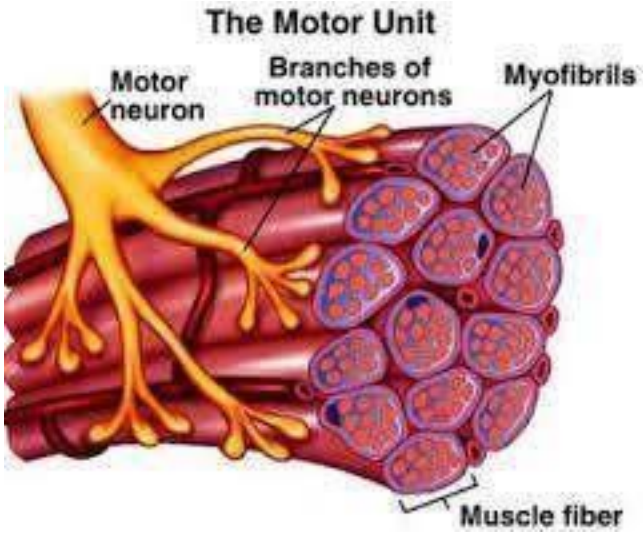
۲. نوروپاتی (یک عصب خاص از عصب محیطی)

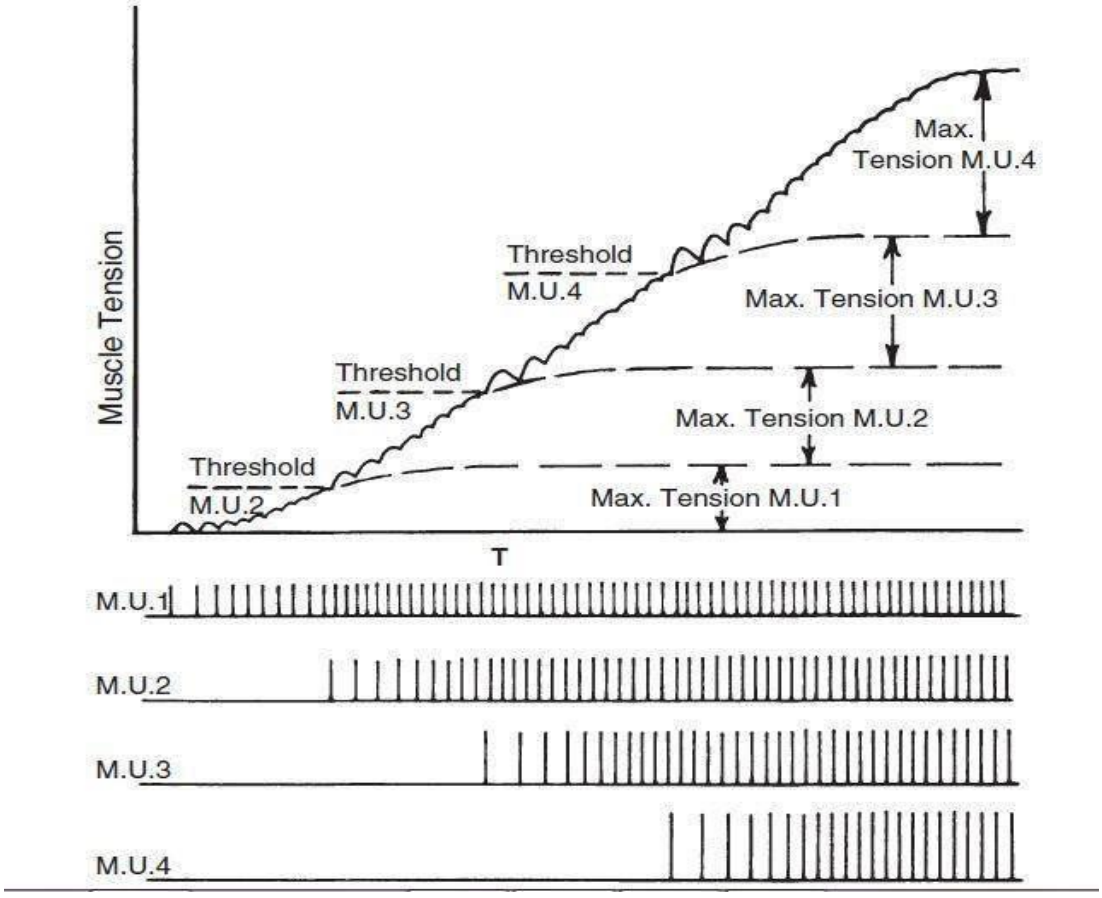
الکترومایوگرافی (Electromyography)

ساختارماهیچه:

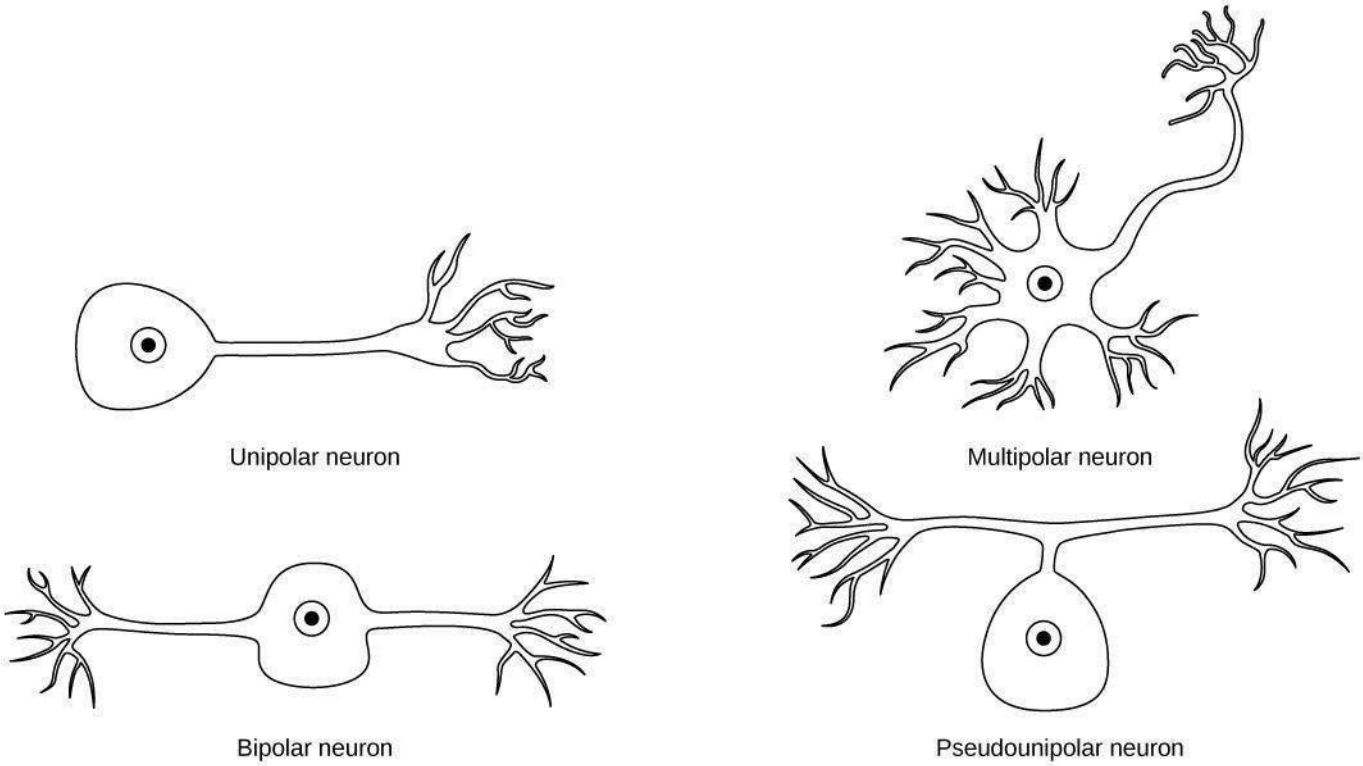


واحد حرکتی:

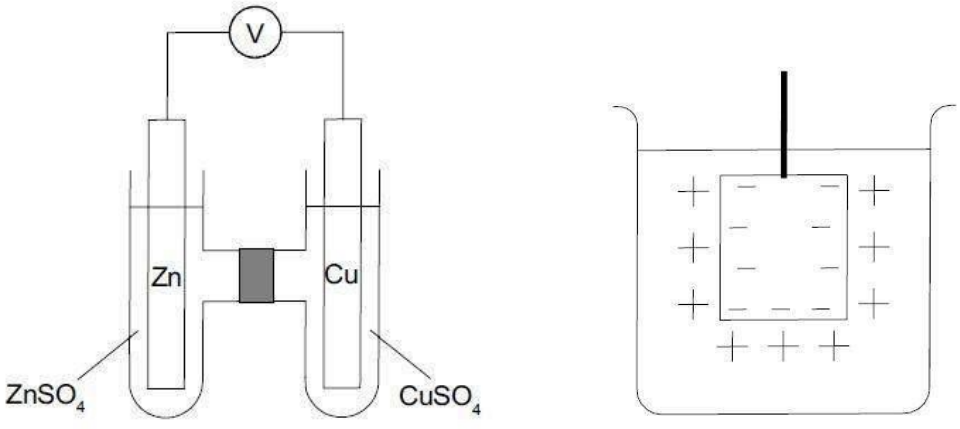

The Motor Unit
Motor neuron
Branches of motor neurons
Myofibrils
Muscle fiber


Muscle Tension
Max. Tension M.U.4
Threshold M.U.4
Max. Tension M.U.3
Threshold M.U.3
Max. Tension M.U.2
Threshold M.U.2
Max. Tension M.U.1
T
M.U.1
M.U.2
M.U.3
M.U.4

انواع نورونها:



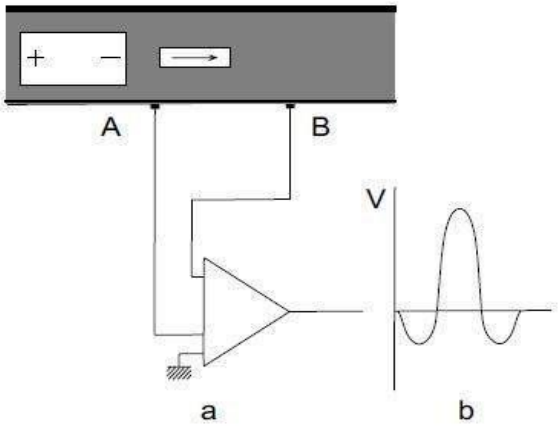
الکترود:



الف) نیم سلول شیمیایی ب) پیل شیمیایی

Electrode	Potential (V)
Zinc	-0.760
Tin	-0.140
Lead	-0.126
Hydrogen	0.000
Silver (Ag)	0.799
Platinum	1.200
Gold	1.420
Ag/AgCl	0.223

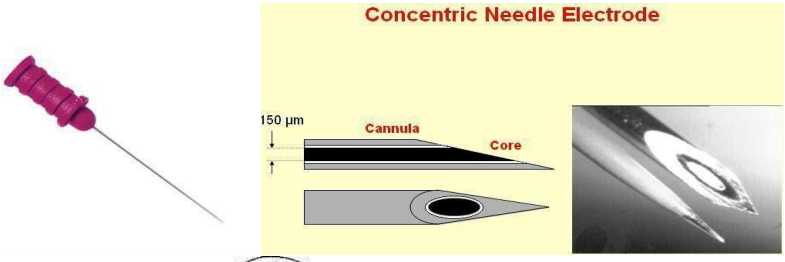
شبیه سازی تحریک عصبی بدن و ایجاد پتانسیل در الکترود ها:

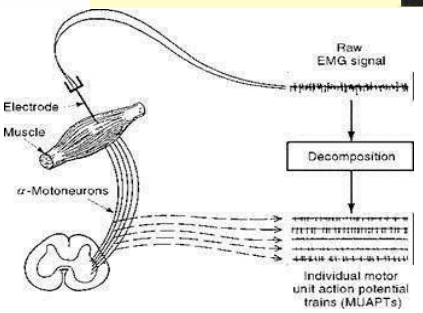


انواع الکترومایوگرافی

۱-الکترومایوگرافی به کمک الکترود سوزنی

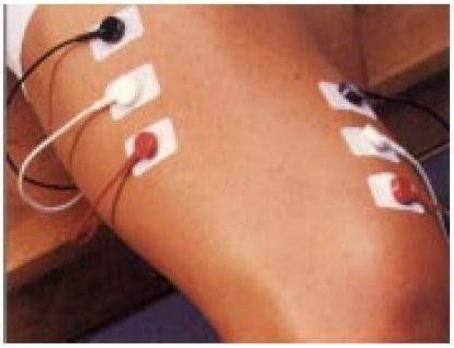
۱-۱ الکترود سوزنی هم مرکز:





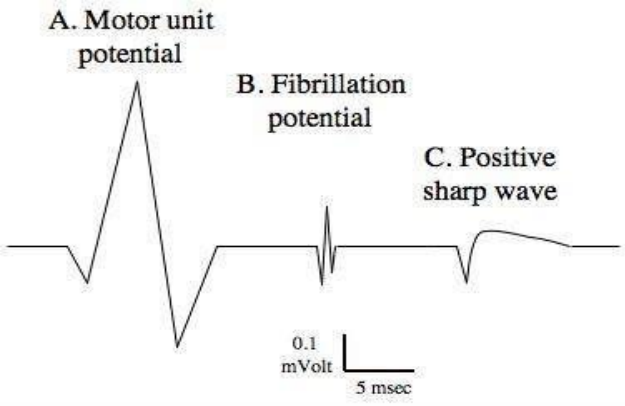
۱ -۲ الکترود سوزنی تک قطبی:

۲-الکترومایوگرافی به کمک الکترود سطحی:



آنالیز نتایج حاصل از الکترومایوگرافی:

۱-فعالیت طبیعی ماهیچه



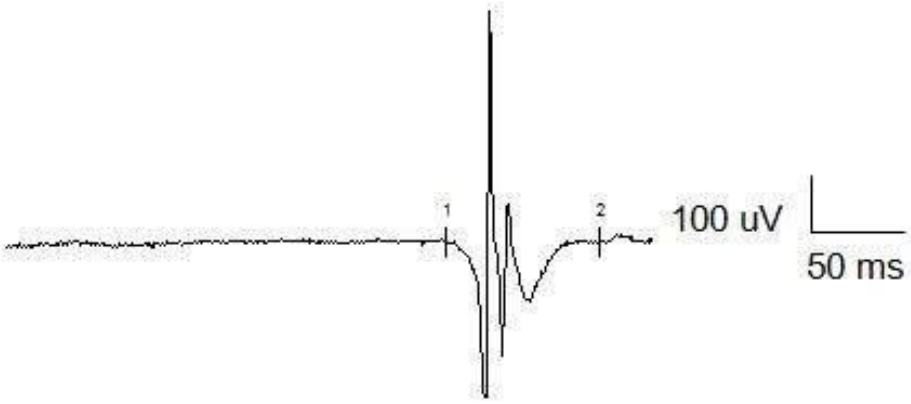
۲-فعالیت افزایش یافته ماهیچه

۳-فعالیت کاهش یافته ماهیچه

۴-فعالیت خود به خودی ماهیچه

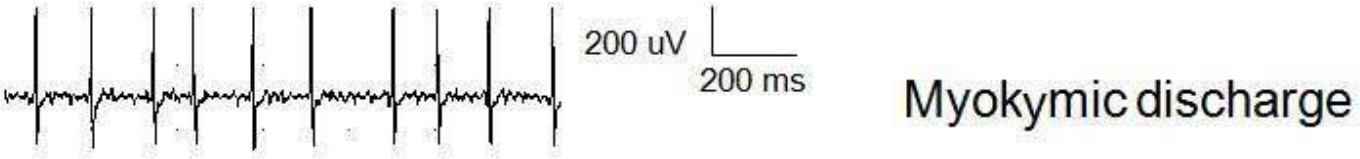
۴-۱ فعالیت ناشی از پرکاری واحد حرکتی:

۴-۱-۱ فاسیکولاسیون(fasciculation)



Fasciculation

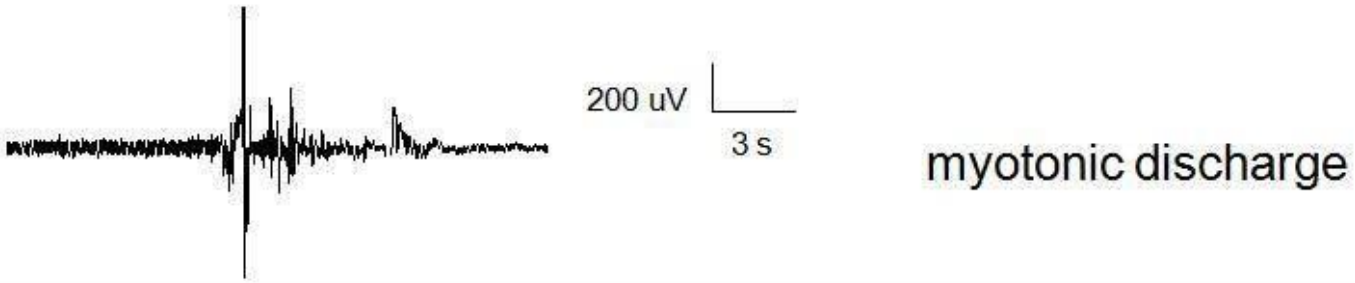
٤ -۱ -۲ مایوکیمیک)myokymic(



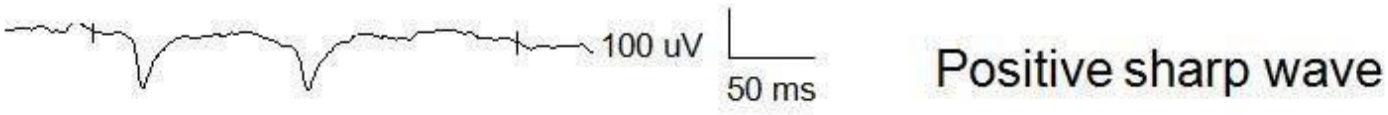
۲-٤ فعالیت ناشی از پرکاری یک یا چند فیبر ماهیچه ای:

۱-۲-٤ فیبریلاسیون (fibrillation)

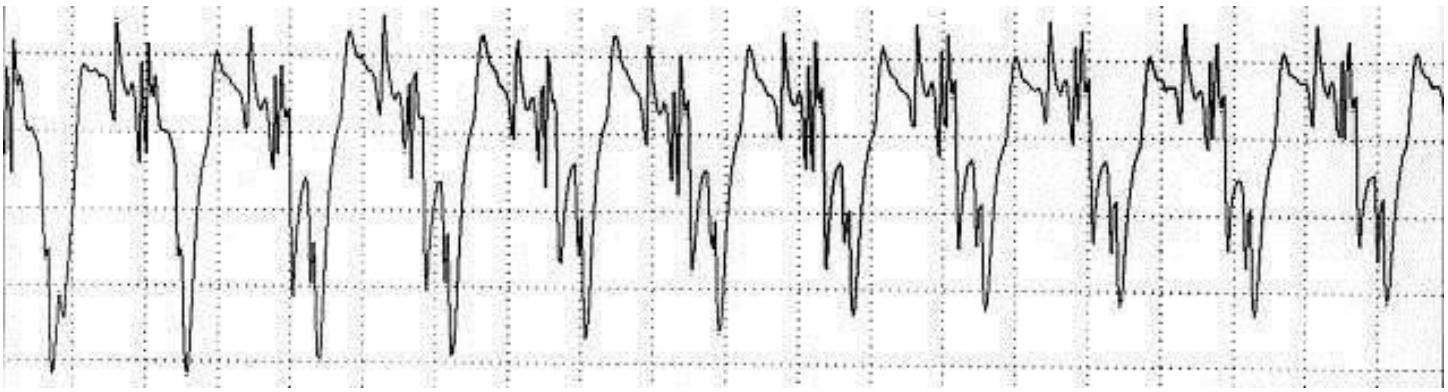
۲-۲-٤ مایوتونیک (myotonic)



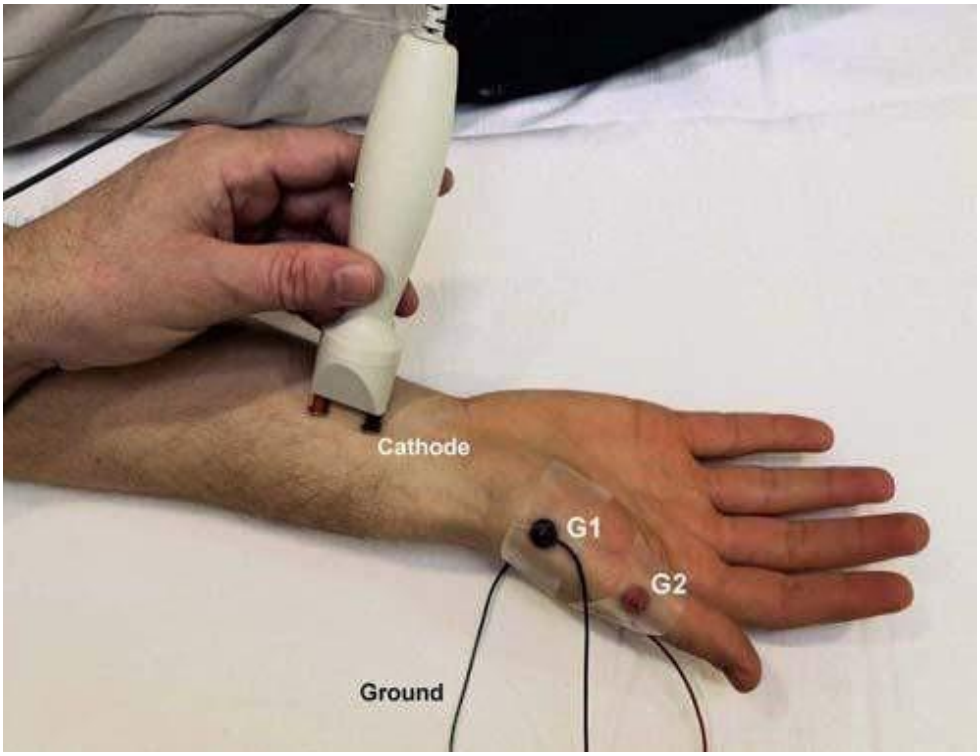
۳-۲-٤ موج مثبت تیز (positive sharp wave)



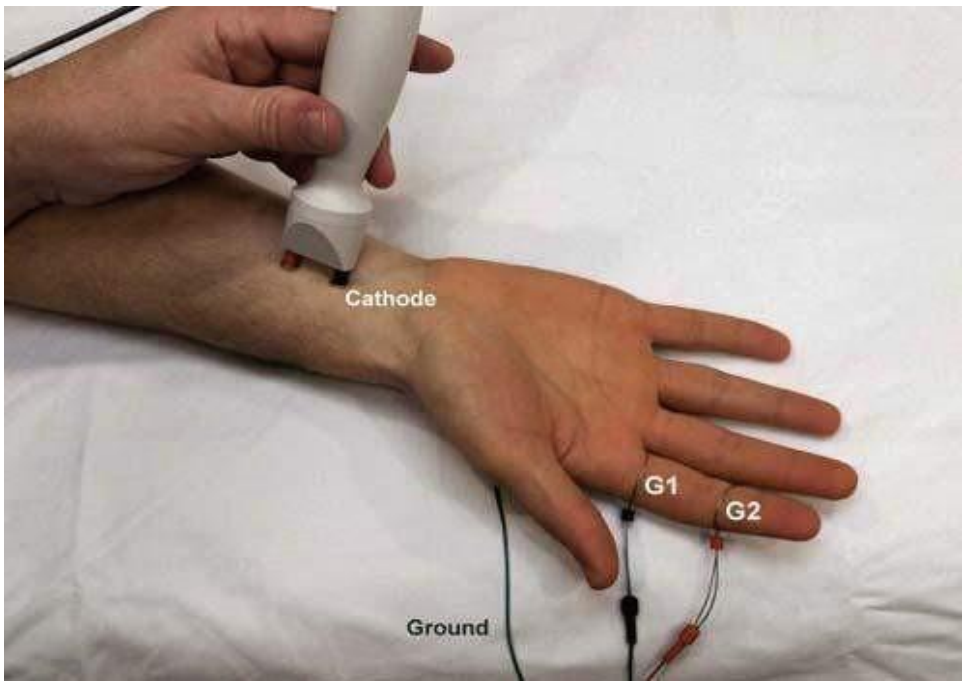
۴-۱-۲ تخلیه مکرر پیچیده (complex repetitive discharge)



بررسی هدایت عصبی (Nerve Conduction Studies) :



الف) تجهیزات بررسی هدایت عصب حرکتی



ب)تجهیزات بررسی هدایت عصب حسی

- **منشا گیت غیر طبیعی:**

۱. استخوان

۲. مفصل

۳. عضله

۴. عصبی

برای بهبود گیت در حالتهای عضلانی، اسکلتی و مفصلی از ارتزها و پروتزها استفاده میشود.

- **ابزارهای اندازه گیری پارامتر گیت:**

۱. رو شهای تصویربرداری
۲. استفاده از Force plate
۳. استفاده از گونیا متر
۴. استفاده از ماژول زاویه

• **ابزارهای انداز هگیری EMG**: EMG برای بررسی عملکرد عصبی و سلامت سیستم واحد حرکتی اندازه گیری میشود. علاوه بر EMG از(**Nerve Conduction Velocity**)**NCV** هم استفاده م یشود . NCV به معنی اندازه گیری سرعت هدایت AP در مسیر عصبی (آکسون عصب محیطی) است. NCV در اعصاب محیطی حرکتی و اعصاب محیطی سنسوری یا حسی قابل انجام است.

NCV (بر حسب متر بر ثانیه) برای اعصاب محیطی دارای یک محدوده نرمال و مشخصی است. اگر از محدوده مجاز کمتر باشد
یعنی آسیب عصبی یا نوروپاتی(neuropathy) وجود دارد.

NCV دارا ی یک سیستم تحریک و ثبت اتوماتیک است و از الکترودهای سوزنی استفاده میشود. متخصص نورولوژی محل عبور آکسو نها را به طور نسبی میداند (آناتومی) فلذا الکترودهای تحریک را در مجاورت آکسون قرار میدهد (برای تولید تحریک کافی است مجاورت آکسون را منفی کنیم تا تعادل آن از بین برود) همچنین نیازی به ورود الکترود به درون آکسون نیست! بنابراین هم تحریک و هم ثبت خارج سلولی خواهد بود (غیر تهاجمی است و به آکسون وارد نمیشود). NCV به ما سلامت یا آسیب دیدگی آکسون را نشان میدهد. NCV:ثبت

۱. **ثبت درومیک**: تحریک و ثبت مطابق عملکرد طبیعی آکسون باش د. در عصب حرکتی اگر بالادست را تحریک و پایی ندست را ثبت کنیم یعنی ثبت درومیک. در عصب حسی که هدایت از پایین به بالا است، پایینندست باید تحریک شود و بالادست ثبت شود.

۲. **ثبت آنتی درومیک**: تحریک و ثبت برخلاف مسیر حرکت و عملکرد طبیعی آکسون باشد.

الفبای EMG

(مقدمه ای عملی بر الکترومایوگرافی

کینزیولوژیکی)

تعریف EMG

الکترومایوگرافی(EMG)یک تکنیک عملی است که به ضبط، آنالیز و توسعه ثبت سیگنالهای الکتریکی عضله مربوط میشود. سیگنال های مایوالکتریک با تغییرات فیزیولوژیکی در حالت غشاهای فیبر عضلانی تشکیل می شوند.

" الکترومایوگرافی، مطالعه عملکرد عضلات از طریق استعلام از سیگنال الکتریکی عضلات است."

بر خلاف EMG عصبی کلاسیک ، که در آن یک پاسخ عضلانی مصنوعی به دلیل تحریک الکتریکی خارجی در حالت استاتیک تجزیه و تحلیل می شود، می توان تمرکز EMG کنزیولوژیکی را بر مطالعه فعالیت عصبی عضلانی عضلات در وظایف کیفی، حرکات عملکردی، شرایط کار و درمان (رژیم های آموزشی) توصیف کرد.

استفاده گسترده از EMG

علاوه بر مطالعات اساسی فیزیولوژیکی و بیومکانیکی ،EMG حرکت شناسی به عنوان ابزار ارزیابی برای تحقیقات کاربردی، مثل فیزیوتراپی، توان بخشی، آموزش های ورزشی و تعاملات بدن انسان با محصولات صنعتی و شرایط کار ایجاد شده است:

- تحقیقات پزشکی
  - ✓ ارتوپدی
  - ✓ عمل جراحی
  - ✓ عصب شناسی عملکردی
  - ✓ آنالیز طرز ایستادن و گیت
- توانبخشی
  - ✓ بعد از جراحی / تصادف
  - ✓ توانبخشی عصبی
  - ✓ فیزیوتراپی
  - ✓ تمرین درمانی فعال
- ارگونومی
  - ✓ آنالیز تقاضا
  - ✓ پیشگیری از خطر
  - ✓ طراحی ارگونومی
  - ✓ صدور گواهینامه محصول
- علوم ورزشی
  - ✓ بیومکانیک
  - ✓ آنالیز حرکت
  - ✓ تمرین قدرت ورزشکاران
  - ✓ توانبخشی ورزشی

مزایای معمول EMG

استفاده از EMG با این سوال اساسی شروع میشود:

"عضلات چه کار میکنند؟" مزایای معمول عبارتند از:

- EMG اجازه میدهد تا مستقیماً به عضله نگاه کنید
- امکان اندازه گیری عملکرد عضلانی را فراهم میکند

- در تصمیم گیری قبل و بعد از جراحی کمک میکند
- رژیم های تمرینی و موارد درمانی
- به بیماران کمک میکند تا عضلات خود را "پیدا" و تمرین دهند
- اجازه تجزیه و تحلیل برای بهبود فعالیتهای ورزشی میدهد
- پاسخ عضلات را در مطالعات ارگونومی تشخیص میدهد

واحد حرکتی (Motor Unit)

کوچکترین واحد عملکردی برای توصیف کنترل عصبی روند انقباض عضلانی، واحد حرکتی نامیده میشود. این تعریف نیز شده است: "...
بدن سلول و دندریتهای یک نورون حرکتی (موتور نورون)، شاخههای متعدد آکسون آن و رشتههای عضلانی که آن را عصب میبخشد. اصطلاح واحد بیانگر این رفتار است که تمام فیبرهای عضلانی یک واحد حرکتی معین در فرآیند عصب کشی "واحد (مثل یک فیبر)" عمل میکنند.

تحریک پذیری غشای عضلانی

تحریک پذیری رشتههای عضلانی از طریق کنترل عصبی عامل اصلی در فیزیولوژی عضلات است. این پدیده را میتوان با مدلی از غشای نیمه تراوا توصیف کننده خصوصیات الکتریکی سارکولما توضیح داد. تعادل یونی بین فضای داخلی و خارجی سلول عضلانی، پتانسیل استراحت در غشای فیبر عضلانی را ایجاد میکند (تقریباً ۸۰- تا ۹۰- میلی ولت در صورت عدم انقباض). این اختلاف پتانسیل که توسط فرآیندهای فیزیولوژیکی)پمپ یونی(حفظ

میشود، منجر به بار داخل سلولی منفی در مقایسه با سطح خارجی میشود. فعال شدن یک سلول شاخ قدامی آلفا موتور (ناشی از سیستم عصبی مرکزی یا رفلکس)

عوامل موثر بر سیگنال EMG

در مسیر خود از غشای عضلانی به سمت الکترودها، سیگنال EMG می تواند تحت تأثیر چندین مورد قرار گیرد؛ عوامل خارجی که شکل و ویژگیهای آن را تغییر میدهد. اساساً میتوان آنها را به صورت زیر گروه بندی کرد:

۱)ویژگی های بافت

بدن انسان رسانای الکتریکی خوبی است، اما متأسفانه رسانایی الکتریکی با توجه به نوع بافت، ضخامت، تغییرات فیزیولوژیکی و دما متفاوت است. این شرایط میتوانند از فردی به فرد دیگر)و حتی در مورد همان فرد(بسیار متفاوت باشند و مقایسه کمی مستقیم پارامترهای دامنه EMG را که روی سیگنال EMG پردازش نشده محاسبه میشود، منع میکنند.

۲)کراس تاک فیزیولوژیکی

(سیگنالهای ناخواسته در یک کانال ارتباطی ناشی از انتقال انرژی) عضلات همسایه ممکن است مقدار قابل توجهی از EMG تولید کنند که توسط الکترود محلی تشخیص داده میشود. معمولاً این "Cross Talk" از ۱۰٪ -۱۵٪ محتوای سیگنال کل بیشتر نیست یا اصلاً در دسترس نیست .با این حال، باید برای چیدمان ظریف گروه های عضلانی مراقبت شود. اسپایکهای ECG میتوانند در ثبت EMG تداخل ایجاد کنند، به ویژه هنگامی که در عضلات بالای تنه / شانه انجام شود .مشاهده آنها آسان است و الگوریتمهای جدیدی برای از بین بردن آنها ساخته شده است.

۳)تغییر در هندسه بین شکم عضله و محل الکترود

هرگونه تغییر فاصله بین مبدأ سیگنال و محل شناسایی، خواندن EMG را تغییر میدهد. این یک مشکل ذاتی در تمام مطالعات حرکت پویاست و همچنین میتواند ناشی از فشار خارجی باشد.

۴)سر و صدای خارجی

در محیطهای الکتریکی بسیار پر سر و صدا باید مراقبتهای ویژهای صورت گیرد. بیشترین مزاحمت، تداخل مستقیم ولتاژ برق است که معمولاً با اتصال نادرست سایر دستگاههای خارجی تولید میشود.

۵)الکترود و تقویت کننده ها

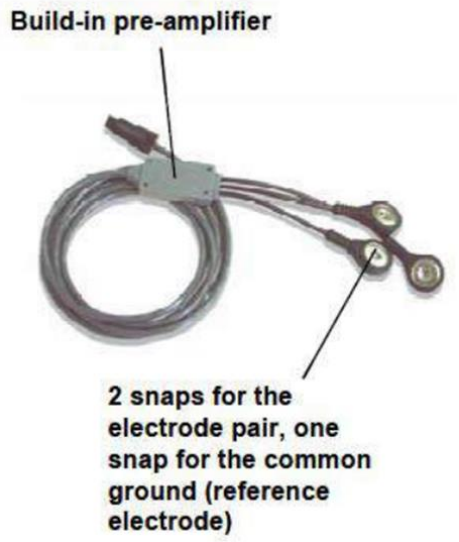
انتخاب / کیفیت الکترودها و نویز تقویت کننده داخلی ممکن است محتوای سیگنال را به خط پایه EMG اضافه کند. نویز تقویت کننده داخلی نباید بیش از ۵ Vrms باشد (استانداردهای)ISEK بیشتر این عوامل را می توان با آماده سازی دقیق و بررسی شرایط موجود در اتاق / آزمایشگاه به حداقل رساند یا کنترل کرد.

EMG - تقویت کنندهها

تقویت کنندههای EMG به عنوان تقویت کنندههای تفاضلی عمل میکنند و آیتم اصلی و با کیفیت آنها در واقع توانایی رد یا از بین بردن مصنوعات است. تقویت تفاضلی اختلافات بالقوه بین الکترودها را تشخیص میدهد و تداخلهای خارجی را لغو میکند. به طور معمول سیگنالهای نویز خارجی بدون تغییر فاز به هر دو الکترود میرسند. این سیگنالهای "حالت مشترک" سیگنالهایی هستند که از نظر فاز و دامنه برابر هستند. اصطلاح "گین حالت مشترک" به رابطه خروجی سیگنالهای حالت مشترک اشاره دارد ."نرخ حذف حالت مشترک"(CMRR)رابطه بین افزایش دیفرانسیل و حالت مشترک را نشان میدهد و بنابراین

معیاری برای کیفیت تکنیک تقویت انتخاب شده است .CMRR باید تا حد ممکن بالا باشد زیرا حذف سیگنالهای تداخل نقش عمدهای در کیفیت دارد. مقدار db ۹۵< قابل قبول در نظر گرفته میشود.

مفاهیم پیشرفته، استفاده از پیش تقویت کنندههای EMG را ترجیح میدهند. این تقویت کنندههای کوچک به طور معمول در کابلها تعبیه شده یا در بالای الکترودها قرار دارند)الکترودهای فعال(. نوع پیش تقویت کننده اخیر می تواند عامل ضعف یک طرف بزرگ تشخیص الکترود با افزایش خطر مصنوعات فشار)به عنوان مثال هنگام نشستن روی آنها(باشد و به طور معمول اجازه انتخاب آزادانه انواع الکترود را نمیدهد. ایده اصلی استفاده از پیش تقویت کنندههای کوچک EMG که در نزدیکی محل تشخیص قرار دارند، برداشتن زود هنگام سیگنال، تقویت آن به عنوان مثال گین ۵۰۰ و انتقال آن در سطح اهم پایین است که نسبت به مصنوعات حرکتی (کابل) حساسیت کمتری دارد.



سیگنال EMG تقویت نشده روی پوست دارای بارهای معمولی بین چند میکروولت تا ۲-۳ میلی ولت است. سیگنال به طور کلی با ضریب حداقل ۵۰۰ (به عنوان مثال هنگام استفاده از تقویت کنندههای پیش تقویت کننده) تا ۱۰۰۰ (واحدهای کابل غیرفعال) تقویت میشود. امپدانس ورودی تقویت کننده باید حداقل ۱۰ برابر امپدانس داده شده از الکترود باشد. دامنه فرکانس تقویت کننده EMG (تنظیمات باند عبور) باید از ۱۰

Hz بالا گذر شروع شود و تا ۵۰۰ Hz پایین گذر باشد. از هرگونه فیلتر ناچ (برای لغو به عنوان مثال ولتاژ برق) باید جلوگیری شود زیرا اطلاعات سیگنال بیش از حد را از بین می برد. هر دو سیستم کابل و تله متری در دسترس هستند و مفاهیم کاربردی از کانال دستی ۱ یا ۲ - واحدهای بیوفیدبک تا ۳۲ کانال برای تنظیمات پیچیده و چند پارامتری در دسترس هستند

رزولوشن A / D

قبل از اینکه سیگنالی در کامپیوتر نمایش داده و تجزیه و تحلیل شود ، باید از ولتاژ آنالوگ به سیگنال دیجیتال تبدیل شود (تبدیل A / D)وضوح صفحههای اندازه گیری A / D باید محدوده دامنه مورد انتظار را به درستی تبدیل کند (به عنوان مثال/+ - ۵ ولت). یک برد ۱۲ بیتی A / D می تواند دامنه ولتاژ سیگنال ورودی را به فواصل ۴۰۹۵ تایی ۱۲(^۲ = ۴۰۹۶ سطح = ۴۰۹۵ فواصل) جدا کند. این برای اکثر تنظیمات حرکت شناسی کافی است. برای دستیابی به وضوح دامنه بهتر ممکن است سیگنالهای بسیار کوچک به تقویت بالاتر نیاز داشته باشند.

روشهای آماده سازی پوست

روشهای زیر را می توان به عنوان مراحل تهیه اپلیکیشن الکترود در نظر گرفت:

۱) از بین بردن مو:

این مورد برای بهبود چسبندگی الکترودها ، به ویژه در شرایط مرطوب یا برای انواع پوست عرق کرده و یا شرایط حرکت پویا ، مورد نیاز است.

۲) تمیز کردن پوست:

روش A:

خمیرهای مخصوص پاک کنندگی و رسانایی در دسترس هستند که سلولهای مرده پوست را از بین می برند)باعث ایجاد امپدانس بالا می شوند(و پوست را از آلودگی و عرق پاک می کنند.

روش B:

متناوباً می توان از کاغذ ماسه بسیار یافتنی استفاده کرد: فشار نرم و کنترل شده در ۳ یا ۴ بار رفت و برگشت معمولاً برای گرفتن نتیجه خوب کافی است. توجه: با مالش بیش از حد پوست آسیب وارد نکنید! برای استفاده از کاغذ سنباده باید پوست را با پد الکل ترکیب کنید.

روش C:

استفاده خالص از الکل اگر با حوله پارچه ای(که اجازه می دهد مالش نرم شود(ممکن است جایگزین دیگری باشد. این روش اخیر ممکن است برای آزمایشات عملکرد عضلانی ساکن در شرایط آسان کافی باشد.

از هر روش آماده سازی پوست و تکنیک استفاده از الکترود استفاده شود ، اگر پوست به درستی انجام شود ، رنگ قرمز روشن دریافت می کند. این نشان دهنده شرایط خوب امپدانس پوست است

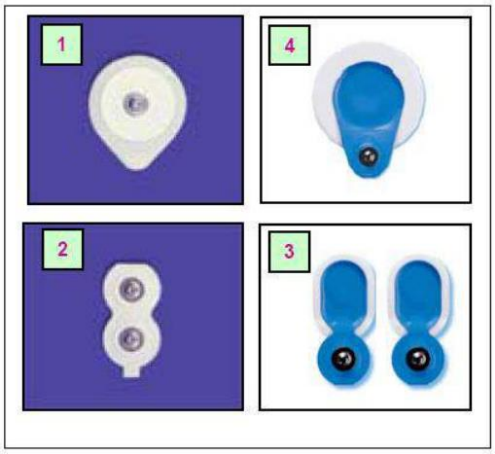
الکترودهای سطح پوست

به دلیل ویژگی غیرتهاجمی بودن آنها در بیشتر موارد از الکترودهای سطحی در مطالعات حرکت شناسی استفاده می شود .علاوه بر مزیت استفاده آسان ، محدودیت اصلی آنها این است که فقط ماهیچه های سطحی قابل تشخیص هستند. برای عضلات عمیق تر (تحت پوشش عضلات سطح یا استخوان ها) الکترودهای سیم ریز یا سوزنی اجتناب ناپذیر هستند. در بهترین حالت ، انتخاب آزاد از هر نوع الکترود توسط تقویت کننده EMG – از قبل(

پشتیبانی می شود. انتخاب نوع الکترود به شدت به بررسی و شرایط داده شده بستگی دارد ، یک نوع الکترود نمی تواند تمام نیازهای احتمالی را پوشش دهد!

برای الکترودهای سطحی ، الکترودهای پیش ژله ای نقره / کلرید نقره بیشترین استفاده را دارند و برای استفاده عمومی (SENIAM)توصیه می شود.

علاوه بر استفاده آسان و سریع ، جنبه های بهداشتی هنگام استفاده از این نوع الکترود یکبار مصرف مشکلی ندارند. اندازه قطر الکترود (ناحیه رسانا) باید ۱ سانتی متر یا کوچکتر باشد. الکترودهای یکبار مصرف تجاری به صورت الکترود ژل مرطوب یا الکترود ژل چسب تولید می شوند. به طور کلی الکترودهای ژل مرطوب نسبت به الکترودهای ژل چسب از شرایط هدایت و امپدانس بهتری برخوردار هستند (= امپدانس کمتری)مورد اخیر این مزیت را دارد که در صورت بروز خطا، میتوان آنها را دوباره جابجا کرد.



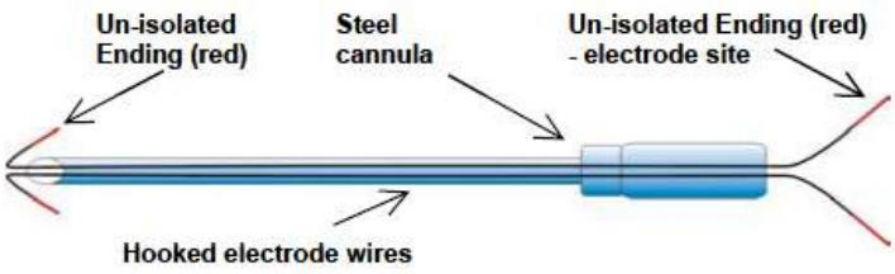
برای ارزیابی عضلات کف لگن ، پروب های ویژه مقعدی و واژن ایجاد می شود و به عنوان مثال اغلب برای آزمایش بی اختیاری و آموزش بیوفیدبک استفاده می شود. استفاده از این الکترودها ممکن است به پردازش سیگنال ویژه ، به ویژه فیلتر بالا گذر)به عنوان مثال ۲۰ تا ۶۰ هرتز(برای از بین بردن آثار سنگین حرکتی و تماس نیاز داشته باشد.

موارد اخیر در Emgهای کف لگن معمولی و اجتناب ناپذیر است زیرا هیچ ارتباط ثابتی بین ناحیه تشخیص الکترود و سطح عضله وجود ندارد.

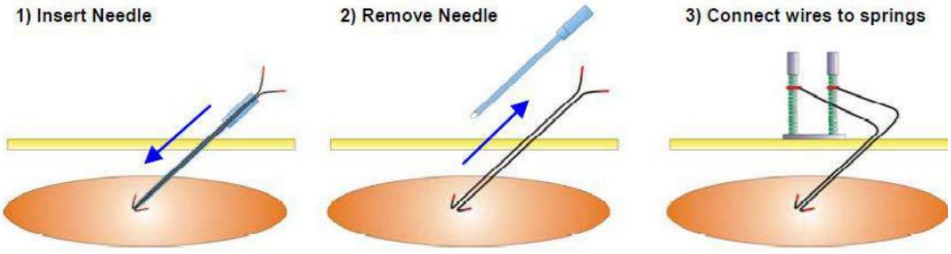
استفاده از الکترودهای سیم ریز

به دلیل حرکات عضلانی در طی مطالعات بالینی ، الکترودهای سیم ظریف نازک و انعطاف پذیر گزینه ترجیحی برای کاربرد الکترود تهاجمی در لایه های عضلانی عمیق تر هستند

.



سیم های زوج یا تک قلاب استریل شده توسط سوزن های توخالی وارد می شوند و محل مناسب آنها را می توان با محرک های الکتریکی یا تصویربرداری اولتراسوند آزمایش کرد:



دستورالعمل های عمومی

- الکترودهای ژل مرطوب بهترین مقادیر امپدانس پوست را دارند

- از الکترودهای کوچک برای افزایش میزان انتخاب بین اندازه گیری ها استفاده کنید (از کراس واک خودداری کنید)
- هرچه الکترود (ناحیه تشخیص فعال) کوچکتر باشد ، مقادیر امپدانس نیز بیشتر است
- نزدیکترین فاصله ممکن بین الکترود را برای افزایش محدوده انتخاب کنید
- توصیه کلی برای فاصله بین الکترود ۲ سانتی متر است (نقطه مرکزی تا نقطه مرکزی)
- الکترودها را به موازات جهت فیبر عضالت استفاده کنید
- برای بهترین انتخاب از غالب ترین قسمت میانی شکم عضله استفاده کنید
- در صورت امکان از منطقه نقاط حرکتی خودداری کنید
- مراقب باشید که در هنگام کوتاه شدن عضله ، محل الکترود روی توده عضالنی فعال باقی بماند
- از یک سیستم نقشه با فاصله اندازه گیری شده بین محل الکترود و نشانه های تشریحی غالب استفاده کنید
- اگر انتظار افزایش فشار بر الکترودها را دارید (مثالً روی الکترودها نشسته اید) از الکترودهای دارای اتصال ناگهانی / کابل متمرکز استفاده نکنید

مناطق نقاط حرکتی

با توجه به افزایش بی ثباتی سیگنال ، برخی از محققان توصیه می کنند که الکترودها را روی نقاط حرکتی عضله قرار ندهند (ناحیه ای با تراکم زیاد صفحات انتهایی حرکتی). هنگام استفاده از اندازه های الکترود که در بالا توصیه شده است ، در بسیاری از موارد نمی توان از نزدیک شدن یک الکترود به یک نقطه حرکتی جلوگیری کرد. نقاط حرکتی را می توان توسط ژنراتورهای محرک با فرکانس پایین تولید کرد که دارای تکانه های زاویه دار راست هستند.

حرکت نسبی شکم عضله

برای مطالعات پویا ، بسیار مهم است که جفت الکترود را در موقعیت مرکزی بیش از شکم عضله قرار دهید ، با توجه به مهاجرت احتمالی عضله زیر محل الکترود در حین حرکت مفصل .M. largeus medialis و M. biceps brachii دو عضله هستند که برای جلوگیری از دررفتگی الکترودها به دور از توده عضلانی فعال ، به مراقبت ویژه نیاز دارند:

جنبه دیگر کوتاه شدن و طولانی شدن خود پوست است. این مشکل بیشترین غلظت را در M. rectus abdominis، M. erector spinae و M. trapezius pars downens دارد. اگر از الکترودهای منفرد استفاده شود ، باید فاصله بین الکترود کافی (به طور معمول ۱-۲ سانتی متر) انتخاب شود تا از وضعیتی که الکترودها خود را از آن خارج می کنند ، جلوگیری شود. الکترودهای دوتایی ممکن است در صورت اندازه گیری ستون فقرات داینامیک لومبار به سرعت از پوست جدا شوند زیرا نمی توانند کشش طبیعی پوست را دنبال کنند.

تثبیت کابل

سرانجام ، یک کابل و ثابت کننده تقویت کننده مناسب بر روی پوست مورد نیاز است. این نکته ممکن است برای آزمایشات استاتیک یا حرکت آهسته از اهمیت کمتری برخوردار باشد ، اما در مطالعات پویا به جلوگیری از مصنوعات حرکت کابل کمک می کند و خطر جداسازی الکترودها از پوست را به حداقل می رساند. از نوارهای معمولی ، بندهای االستیک یا باندازهای خالص برای ثابت کردن هر سرب الکترود و جلوگیری از کشش بیش از حد استفاده میشود. توصیه نمی شود که مستقیماً روی الکترودها را بچسبانید تا یک فشار ثابت برای همه الکترودها حفظ شود بیشتر عضالت مهم اندام و تنه را می توان با الکترودهای

سطح اندازه گیری کرد. ماهیچه های عمیق تر ، کوچکتر یا پوشیده شده برای شناسایی ایمن یا انتخابی به یک برنامه ریز سیم نیاز دارند. نقشه های عضالنی ، انتخاب عضالت را نشان می دهد که به طور معمول در مطالعات حرکت شناسی بررسی شده است. دو نقطه زرد ماهیچه های سطحی نشان دهنده جهت گیری جفت الکترود نسبت به جهت فیبر عضلانی است.

الکترودهای مرجع حداقل یک الکترود مرجع خنثی در هر مورد باید قرار گیرد. معموالً یک منطقه از نظر الکتریکی تحت تأثیر قرار نمی گیرد اما در مجاورت آن انتخاب می شود ، مانند مفاصل ، ناحیه استخوانی ، سر فرونتال ، پروسس اسپینوسوس ، کریستا ایلیاکا ، استخوان درشت نی و غیره سایت الکترود میشوند. به یاد داشته باشید که پوست را برای الکترود مرجع نیز آماده کنید و از قطر الکترود حداقل ۱ سانتی متر استفاده کنید.

روشهای بررسی سیگنال

بررسی روایی و کیفیت سیگنال های EMG بدون توجه به اینکه از روش آماده سازی پوست و تکنیک استفاده از الکترود استفاده شده است ، یک روش مهم در تمام تحقیقات EMG است. در اینجا چندین مرحله باید در نظر گرفته شود:

۱) اثبات اعتبار سیگنال EMG

این نقطه بررسی سوالات اساسی را پاسخ می دهد: آیا من عضله مناسب را اندازه گیری کردم و آیا می توانم سیگنال های معتبری را ببینم؟ اغلب ، حتی اگر احمقانه به نظر برسد ، خطر تعویض تصادفی انتهای کابل وجود دارد ، به عنوان مثال سیم مشخص شده برای یک عضله با عضله دیگر مخلوط می شود. بررسی مجدد همه اتصالات می تواند سیگنال EMG را با آزمایش عملکرد عضلانی خاص برای عضله خاص تأیید کند. بعداً ، در بررسی کیفیت خط پایه EMG، ممکن است حساسیت یک محل الکترود را در برابر حرکت کابل ، حرکات اندام و فشار محلی)به عنوان مثال هنگام نشستن روی الکترودها)قابل بررسی است. مکان های تشخیص بیش از بافت چربی زیرپوستی بسیار چربی (به عنوان مثال بیش از ۴ سانتی

متر) ممکن است به این معنی باشد که هیچ سیگنال EMG قابل مشاهده نیست یا نسبت EMG به پایه بسیار ضعیف است. انقباضات آزمون استاتیک صریح و منفرد مبتنی بر آزمایشات عملکرد عضلانی به شما درک روشنی می دهد که آیا ثبت EMG داده های معتبری را نشان می دهد و یا اینکه آیا فرد قادر به فعال سازی عضله است یا خیر.

۲) تست امپدانس

اگر آماده سازی پوست به درستی انجام شده باشد ، پوست معمولاً رنگ قرمز روشن پیدا می کند. این نشان دهنده شرایط خوب امپدانس پوست است. برای تأیید آن ، مقاومت اهم - جفت الکترود را می توان اندازه گرفت. این مرحله به ویژه برای مبتدیان و برای مطالعات تحقیقاتی پیچیده توصیه می شود (بعضی از مجلات نیاز به کنترل شرایط معمولی امپدانس پوست دارند). معمولاً ناحیه مورد استفاده برای رسیدن به شرایط الکتریکی پایدار حدود ۵ دقیقه زمان لازم دارد: در اولین دقیقه می توان کاهش مقاومت الکتریکی را بیش از ۵۰٪ مشاهده کرد ، که عمدتا به دلیل تغییرات شیمیایی در لایه های پوستی است. محدوده های امپدانس پوست می توانند طبقه بندی شوند.

بازرسی از کیفیت پایه EMG خام

بازرسی (بصری) از خط پایه EMG خام مهمترین مرحله است و با هیچ روش دیگری (مانند بررسی خودکار امپدانس) جایگزین نمی شود. تقویت کننده مجبور است سیگنالی بزرگتر از چند میلیون ولت (میکرو ولت) را دریافت کند و در صورت عدم درمان صحیح ، این سیگنال حساس به راحتی تحت تأثیر منابع خارجی (مصنوعات) قرار می گیرد. پس از اتصال الکترودها به تقویت کننده ، مانیتور سیگنال PC را شروع کرده و ردیابی EMG خام هر کانال را بزرگنمایی کنید تا امکان بازرسی دقیق فراهم شود. از سوژه خود بخواهید که کاملاکاملاً راحت باشد. در بهترین حالت اجازه دهید که سوژه شما روی یک نیمکت درمانی یا موقعیت مشابه قرار بگیرد که باعث آرامش واقعی می شود. بازرسی پایه EMG بر روی این سه عامل عمده متمرکز است:

۱) نویز خط پایه

ضبط کامل بدون نویز غیرممکن است: اسپایکهای دامنه کوچک یا طبیعت تصادفی ممکن است قابل مشاهده باشد اما نباید بیش از ۱۰ - ۱۵ میکروولت باشد. سطح متوسط نویز) محاسبه دامنه میانگین EMG اصلاح شده خام به مدت ۵ ثانیه باید در ۱ تا ۳ و نیم میکروولت باشد. آزمون توزیع فرکانس دومین امکان هدف برای بررسی کیفیت پایه است.

۲) جریان آف ست خط پایه

بیشتر آمپلی فایرها با تصحیح جبران خودکار کار می کنند. با این حال ، ممکن است که خط پایه EMG از خط صفر واقعی دور شود (آزمون: مقدار متوسط EMG خام ≠ صفر). اگر شناسایی و تصحیح نشود ، تمام محاسبات مبتنی بر دامنه برای آن ثبت نامعتبر هستند.

۳) شیفت های خط پایه

خط پایه قبل و بعد از انقباض باید دائماً در خط صفر باقی بماند

۴) تجزیه و تحلیل توزیع فرکانس

ظرفیت های رایانه ای امروز امکان بررسی آسان و سریع توزیع فرکانس EMG را فراهم می کند. با در نظر گرفتن تنظیمات گذرگاه باند تقویت کننده از ۱۰ هرتز بالا گذر تا حداقل ۵۰۰ هرتز پایین گذر؛ بیشترین سطح فرکانس EMG سطح بین ۱۰ تا ۲۵۰ هرتز قرار دارد. این توزیع توان را می توان با "تحول سریع فوریه" (FFT) محاسبه کرد ،به صورت طیف کلی قدرت سیگنال EMG، که توزیع توان فرکانس (محور عمودی) را نسبت به باند فرکانسی (محور افقی) نشان می دهد.

شکل دقیق طیف قدرت کل، بسته به تنظیمات FFT و شرایط اندازه گیری (به ویژه نوع عضله ، طول عضله و اثرات فیلتر بافت / پوست) ، می تواند بسیار متفاوت باشد. برای انجام آزمایش بررسی سیگنال ، از فرد مورد نظر بخواهید عضله مورد بررسی را در برابر مقاومت استاتیک منقبض کند (حدود ۴۰ - ۶۰٪ از حداکثر سطح انقباض درک شده) و یک بخش EMG تا ۵ ثانیه اندازه گیری کند. هنگام ذخیره شدن ، یک فاصله آنالیز را انتخاب کنید ، به عنوان مثال ۱ ثانیه و تجزیه و تحلیل طیف قدرت را شروع کنید. ویژگی های طیف را بررسی کنید:

- افزایش مرحله از های پس (۱۰ هرتز)
- فرکانس پیک معمولامعمولاً بین ۵۰ تا ۸۰ هرتز قرار دارد
- از اینجا منحنی های طیف کاهش می یابد و بین ۲۰۰ تا ۲۵۰ هرتز به صفر می رسد
- مشاهده کنید که آیا قله های قدرت غیرمعمول به خصوص در خارج از محدوده باند قابل مشاهده هستند یا خیر
- بررسی کنید که آیا اوج قدرت غالب در ۵۰ اتحادیه اروپا یا ۶۰ ایالات متحده آمریکا هرتز قابل مشاهده است.؟ طیف قدرت کل می تواند به راحتی قدرت هوم (hum)آلوده به پایه EMG را شناسایی کند و یک جداسازی واضح را برای افزایش فعالیت EMG ایجاد می کند که ممکن است در صورت عدم توانایی عضله در شل کردن عضله ایجاد شود.

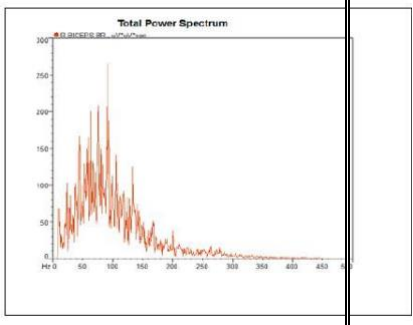
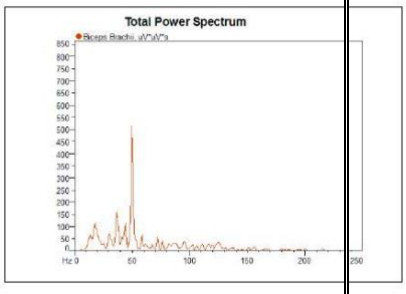


Fig. 31: The total power spectrum of a surface EMG recording: most of the signal power is located between 10 and 250 Hz.



پایان