* استخوان ها بخشی از اسکلت انسان را تشکیل می دهند (پس اسکلت انسان فقط از استخوان تشکیل نشده)

اسکلت انسان شامل دو بخش محوری و جانبی است . اسکلت محوری ، محور بدن را تشکیل می دهد و از استخوان هایی مثل جمجه و دنده ها تشکیل شده است . اسکلت جانبی نسبت به اسکلت محوری نقش بیشتری در حرکت بدن دارد (نکته : هم اسکلت محوری و هم اسکلت جانبی در حرکات بدن نقش دارند) . استخوان های دست و پا ، جزیی از اسکلت جانبی هستند

* نکات شکل ۱:

- زند زیرین و زند زبرین ، هردو در مفصل بازو و مچ دست شرکت دارند
- درشت نی برخلاف نازک نی ، مستقیما در مفصل زانو شرکت دارد (در مچ پا هردو شرکت دارند)
- دو دنده ی آخر (۱۱ و ۱۲) دارای انتهای آزاد بوده و به جناغ متصل نیستند
- استخوان ران ، بلندترین استخوان بدن انسان می باشد

وظایف استخوان ها در این جدول شرح داده شده :

وظیفه	توضیح
پشتیبانی	استخوان‌ها شکل بدن را تعیین و نیز چارچوبی را ایجاد می کنند تا اندام ها بر روی آنها مستقر شوند.
حرکت	اتصال ماهیچه‌های اسکلتی به استخوان ها و انقباض آنها باعث انتقال نیروی ماهیچه به استخوان و حرکت آن می‌شود.
حفاظت اندام‌های درونی	اسکلت استخوانی، بخش‌های حساسی، مانند نخاع، قلب، مغز و شش‌ها را حفاظت می‌کند.
تولید یاخته‌های خونی	بسیاری از استخوان ها مغز قرمز دارند. این بافت یاخته‌های خونی را تولید می‌کند.
ذخیره مواد معدنی	استخوان ها محل ذخیرهٔ مواد معدنی، مانند فسفات و کلسیم‌اند.
کمک به شنیدن، تکلم و اعمال دیگر	استخوان‌های کوچک گوش در شنیدن و استخوان‌های آواره در تکلم و جویدن نقش دارند.

* استخوان ها بر اساس شکل خود به استخوان های دراز (مثل ران و بازو) ، کوتاه (مثل استخوان مچ) ، پهن (مثل استخوان های جمجمه) و نامنظم (مثل استخوان های ستون مهره) تقسیم می شوند

* هر استخوان از دو نوع بافت استخوانی فشرده(متراکم) و اسفنجی تشکیل شده است که میزان و محل قرار گیری این بافت ها در استخوان های مختلف متفاوت است

* تیغه های بافت استخوانی فشرده در استخوان های دراز ، به صورت استوانه های هم مرکز حول یک مجرا قرار گرفته اند که این سیستم را سیستم هاورس می نامند و مجرای ذکر شده ، مجرای هاورس نامیده می شود

* تیغه های بافت استخوانی شامل ماده زمینه ای و سلول های زنده استخوانی می باشند . ماده زمینه ای شامل رشته های کلاژن و مواد معدنی از قبیل کلسیم می باشد

* درون مجاری هاورس ، اعصاب و رگ های خونی وجود دارند که برای زنده ماندن و ارتباط سلول ها ضروری می باشند

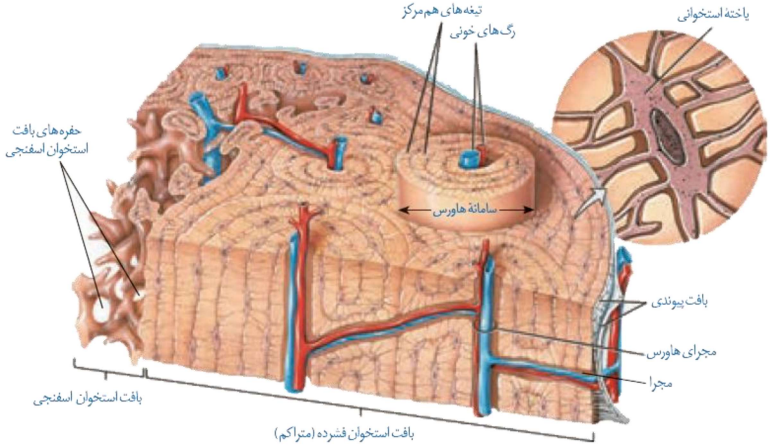
یه جمع بندی کنیم از استخوان دراز 😊 دو انتهای برآمده این استخوان توسط بافت اسفنجی پر شدن . قسمت دراز این استخوان تنه نامیده میشه که از بافت فشرده تشکیل شده . البته درمورد همین بخش تنه هم اگه به سمت داخل استخوان حرکت کنیم ، یه مقداری بافت اسفنجی رو هم میتونیم ببینیم . سطح خارجی بافت فشرده توسط بافت پیوندی رشته ای پوشیده شده . حالا به این موضوع هم دقت کنید که بافت اسفنجی ای که تو دو انتهای برآمده قرار داره ، توسط مغز قرمز پر شده اما بافت اسفنجی ای که در قسمت تنه ی استخوان قرار داره ، توسط مغز زرد پر شده

* بافت اسفنجی ، از میله ها و صفحه های استخوانی تشکیل شده که بین آن ها حفره هایی وجود دارد که توسط رگ های خونی و مغز استخوان (زرد یا قرمز) پر شده اند .

مغز قرمز ‹‹‹‹ در بافت استخوانی اسفنجی

مغز زرد ‹‹‹‹ مجرای مرکزی استخوان های دراز را پر می‌کند – بیشتر، از چربی تشکیل شده

با افزایش سن ، مغز های قرمزِ تعدادی از استخوان ها به مغز زرد تبدیل می شوند که عمدتا از چربی تشکیل شده است . در کم خونی های شدید ، مغز زرد می تواند به قرمز تبدیل شود



دقت کنید هر سامانه هاورس یک مجرای مرکزی داره ؛ این مجاری مرکزی در سامانه های هاورس می تونن با همدیگه در ارتباط باشن

دقت کنید از یاخته های استخوانی انشعاباتی هم به سمت ماده زمینه ای کشیده شده و این یاخته ها دارای هسته ی کشیده هستن

نکته : در خارجی‌ترین بخش استخوان، چند لایه سلول قرار دارد که تشکیل سامانه هاورس نمی دهند! در واقع استوانه هایی به وسعت محیط استخوان تشکیل می دهند و مرکز مشترک آنها مغز خود استخوان است نه مجرای هاورس !

نکته : با توجه به نکته قبل ، نمی توانیم بگوییم مرکز هر تیغه استوانه ای متراکم قطعا مجرای هاورس است !

* یاخته های استخوانی تا اواخر سن رشد ، ماده زمینه ای ترشح می کنند و بنابراین ، توده استخوانی و تراکم آن افزایش پیدا می کند .

با افزایش سن ، یاخته های استخوانی کم کار می شوند و توده استخوانی به تدریج کاهش پیدا می کند

* استفاده از استخوان ، سبب ضخیم شدن آن و عدم استفاده از استخوان ، باعث کاهش تراکم آن می شود

* شکستگی های میکروسکپی استخوان ، طبیعی و معمول است اما شکستگی های وسیع می تواند ناشی از ضربه یا برخورد باشد که در این حالت یاخته های نزدیک به محل شکستگی ، یاخته های جدید استخوانی می سازند و پس از چند هفته آسیب بهبود پیدا می کند

* کاهش تراکم استخوان سبب پوکی استخوان می شود . در پوکی استخوان ، تخریب استخوانی افزایش می یابد ؛ در نتیجه استخوان ها ضعیف و شکننده می شوند نکته : به طور کلی تراکم توده استخوانی در مردان بیشتر از زنان است

عوامل کاهش تراکم استخوان : کمبود ویتامین D و کلسیم ، مصرف نوشابه های گاز دار ، اختلال در ترشح بعضی هورمون ها (مثلا ترشح بیش از حد هورمون های پاراتیروئیدی یا کاهش کلسی تونین) و مصرف نوشیدنی های الکلی و دخانیات (این دو عامل ، مانع از رسوب کلسیم در استخوان می شوند)

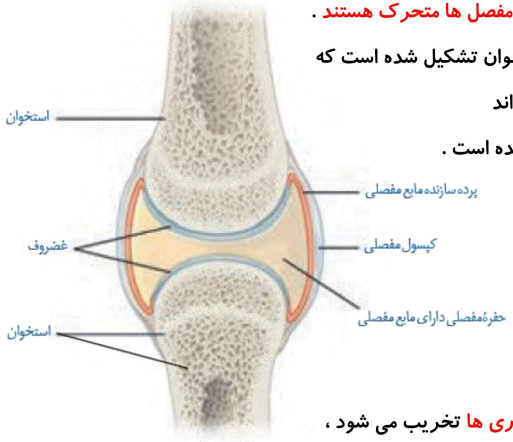
نکته : در سنین ۲۰-۵۰ شدت تغییرات تراکم بافت استخوان در مردان بیشتر بوده و در سنین ۵۰ -۸۰ در زنان بیشتر است

* مفصل محل اتصال استخوان ها با یکدیگر است . بعضی مفصل ها ثابت و بیشتر مفصل ها متحرک هستند .

مفصل های بین استخوان های جمجه از نوع ثابت هستند . جمجمه از چندین استخوان تشکیل شده است که در محل مفصل های ثابت ، لبه های دندانه دار آنها در هم فرو رفته و محکم شده اند

* در محل مفصل های متحرک ، سر استخوان ها توسط بافت غضروفی پوشیده شده است .

همچنین در محل این مفصل ها کپسول مفصلی (از جنس بافت پیوندی رشته ای) و مایع مفصلی (همانند غضروف ، عامل کاهش اصطکاک است) وجود دارد



* در کنار هم ماندن استخوان های متحرک ، کپسول مفصلی ، رباط ها و همچنین زردپی ها نقش دارند

* رباط ها و زردپی ها از جنس بافت پیوندی رشته ای هستند

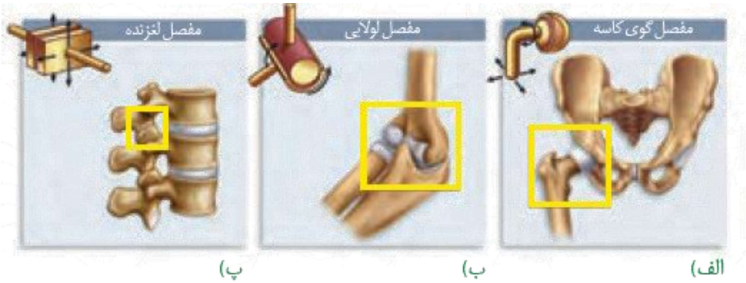
* بخش صیقلی غضروف ها در اثر کارکرد زیاد ، ضربات ، آسیب ها و بعضی بیماری ها تخریب می شود ، ولی بدن دوباره آن را ترمیم می کند . اگر سرعت تخریب بیش از ترمیم باشد ، می تواند باعث بیماری های مفصلی شود

نکته شکل بالا : بین بخش اسفنجی تنه استخوان های دراز و بخش اسفنجی سر آن ها ، بافت استخوانی متراکم وجود دارد

* بدن انسان بیش از ۶۰۰ ماهیچه اسکلتی (نه ماهیچه های صاف و قلبی !) دارد که با انقباض خود بسیاری از حرکات بدن را ایجاد می کنند

* ماهیچه ها فقط قابلیت انقباض دارند! به همین دلیل بسیاری از ماهیچه ها (البته اسکلتی ها) به صورت جفت عمل می کنند . به خاطر اینکه وقتی یک ماهیچه سبب کشش استخوان شود ، ماهیچه متقابل سبب بازگشت آن استخوان به حالت اولیه شود

دقت کنید که همه ماهیچه های اسکلتی باعث حرکت استخوان نمی شن . مثال نقضش هم اسفنکترها



انواعی از مفصل متحرک. الف) گوی ـ کاسه‌ای ب) لولایی پ) لغزنده.

* گرچه ماهیچه های اسکلتی تحت کنترل ارادی هستند ، ولی بعضی (نه همه !) از این ماهیچه ها به صورت غیر ارادی هم منقبض می شوند . انعکاس ها یکی از این موارد هستند

وظیفه	توضیح
حرکات ارادی	ماهیچه‌ها با اتصال به استخوان‌ها باعث ایجاد حرکت ارادی می‌شوند.
کنترل دریچه‌های بدن	ماهیچه‌های اسکلتی نوعی کنترل ارادی برای دهان، مخرج و پلک‌ها ایجاد می‌کنند.
حفظ حالت بدن	ماهیچه‌ها با اتصال به استخوان‌ها و انقباض خود باعث اتصال استخوان‌ها به هم و نگهداری بدن به صورت قائم می‌شوند.
ارتباطات	ماهیچه‌های اسکلتی با کمک به سخن گفتن، نوشتن یا رسم شکل و ایجاد حالات مختلف چهره، در برقراری ارتباط ایفای نقش می‌کنند.
حفظ دمای بدن	فعالیت‌های سوخت و ساز در یاخته‌های ماهیچه‌ای باعث ایجاد گرمای زیادی می‌شود که می‌تواند در حفظ دمای مناسب بدن مؤثر باشد.

* ماهیچه اسکلتی از دسته‌های تار ماهیچه‌ای تشکیل شده است. هر دسته تار، از تعدادی تار ماهیچه‌ای تشکیل شده است . این دسته تار ها با غلافی از بافت پیوندی رشته ای محکم احاطه شده اند که در انتها به زردپی تبدیل شده و سبب اتصال ماهیچه به استخوان می شوند.

نکته : طبق متن و شکل کتاب ، هر دسته تار ماهیچه ای (نه هر تار !) به وسیله ی غلافی از بافت پیوندی رشته ای احاطه شده و کل ماهیچه نیز توسط یک بافت پیوندی رشته ای مجزا احاطه شده است

دقت کنید زردپی ها همیشه به استخوان متصل نیستن ؛ مثلا زردپی ماهیچه های اسکلتی کاسه چشم که به صلبیه می پیوندن

* نحوه اتصال ماهیچه (نه قدرت ماهیچه و نه وزن استخوان !) به استخوان طوری است که معمولا با تغییر کوتاهی در طول ماهیچه ، استخوان به اندازه زیادی جا به جا می شود

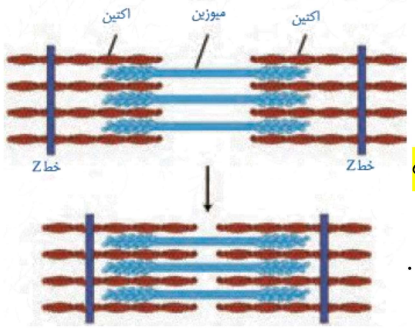
* یاخته های ماهیچه اسکلتی ، حاصل به هم پیوستن چند یاخته در دوران جنینی هستند و به همین دلیل چند هسته دارند

تذکر : در سوالات ژنتیک به چند هسته ای بودن یاخته های ماهیچه اسکلتی دقت کنید !

* درون هر تار ماهیچه ای ، تعداد زیادی رشته به نام تارچه ماهیچه ای وجود دارد که موازی هم در طول یاخته قرار دارند

* تارچه ها از واحد های تکراری به نام سارکومر تشکیل شده اند که به تار ماهیچه ای ظاهر مخطط می دهند . در دو انتهای هر سارکومر خطی به نام خط Z دیده می شود . ظاهر مخطط این یاخته ها به دلیل وجود دو نوع رشته پروتئینی اکتین و میوزین در سارکومر است که با آرایش خاصی در کنار هم قرار گرفته اند

* رشته های اکتین ، نازک بوده و همواره فقط از یک طرف به خط Z متصل اند . این رشته ها به درون سارکومر کشیده شده اند . رشته های میوزین ، ضخیم هستند و بین رشته های اکتین جاگرفته اند. این رشته ها سرهایی برای اتصال به اکتین دارند



* پس از رسیدن پیام از مراکز عصبی ، تحریک از طریق سیناپس ویژه ای از یاخته عصبی به یاخته ماهیچه ای می رسد . این تحریک ، با آزاد شدن ناقل های عصبی از یاخته عصبی و اتصال آن ها به گیرنده های خود در سطح یاخته ماهیچه ای همراه است. (دقت کنید که این ناقل ها در سطح میوفیبر و وارد یاخته ماهیچه ای نمیشن !)

* با تحریک یاخته ماهیچه ای ، یون های کلسیم از شبکه آندوپلاسمی آن آزاد می شوند . در نتیجه این عمل ، سرهای پروتئین های میوزین به رشته های اکتین متصل می شوند

نکته خارج کتاب : رشته های اکتین به قسمت برآمده خطوط Z متصل می شوند ؛ این عامل باعث می شود که رشته های اکتین در دو سارکومر مجاور ، در یک راستا قرار نگیرند (که متاسفانه این نکته علمی در شکل ۱۵ رعایت نشده است)

نکته شکل ۱۴ : ماهیچه دو سر بازو برخلاف سه سر بازو ، به استخوان زند زبرین اتصال دارد

* با اتصال پروتئین های میوزین به اکتین و تغییر شکل آن ، خطوط Z سارکومر به هم نزدیک می شوند . نزدیک شدن خطوط Z باعث کوتاه شدن طول سارکومرها و در کل ، کاهش طول ماهیچه می شود

نکته : در وسط بخش تیره سارکومر ، یک صفحه روشن وجود دارد که در مرکز این صفحه ، یک خط تیره وجود دارد

نکته : در دو طرف خطوط Z ، بخش روشن قابل مشاهده است

نکته : در اثر انقباض ماهیچه اسکلتی ، رشته های میوزین به خطوط Z متصل نمی شوند

* با اتمام انقباض ، یون های کلسیم به سرعت با انتقال فعال (با صرف انرژی) به شبکه آندوپلاسمی بازگردانده شده و در نتیجه اکتین و میوزین از هم جدا می شوند . در این حال ، سارکومر تا زمان رسیدن پیام عصبی بعدی در حالت استراحت می ماند

* ترتیب انقباض ماهیچه اسکلتی – شکل ۱۶ *

– ابتدا ATP به سر میوزین متصل شده و تبدیل به ADP می شود

– سپس سر میوزین متصل به ADP ، به اکتین متصل می شود

– سپس ADP از سر میوزین جدا شده و سر میوزین حرکت می کند (اصطلاحا پارو می زند !!)

نکته : طبق شکل مشخص است که بعضی سرهای هر رشته ی میوزین (نه مولکول ! به تفاوت رشته میوزین و مولکول میوزین دقت کنید) می توانند همزمان متصل یا آزاد باشند

نکته : هنگام انقباض عضله طول سارکومرکوتاه و طول رشته های اکتین و میوزین ثابت است

دقت کنید ADP مستقیما به سر میوزین متصل نمیشه و ATP از سر میوزین جدا نمیشه! بلکه ATP بخش متصل میشه و بعد از اتصال تبدیل به ADP میشه و بعد ش جدا میشه

دقت کنید هر رشته ی اکتین توسط دو رشته میوزین جابه جا میشه ! (رشته بالایی و پایینی) و همچنین هر رشته میوزین ۴ رشته ی اکتین رو سپورت می کنه

* بیشتر انرژی لازم برای انقباض ماهیچه ها از سوختن گلوکز به دست می آید . در کبد و ماهیچه ها گلیکوژن به صورت ذخیره وجود دارد و در صورت لزوم به گلوکز تجزیه می شود (نکته : ماهیچه ها برای گلوکاگون گیرنده ندارند ! و تجزیه گلیکوژن آن ها بدون نیاز به گلوکاگون انجام می گیرد) در صورت وجود اکسیژن ، تجزیه گلوکز می تواند تا چند دقیقه انرژی لازم برای ساخت ATP را فراهم کند . برای انقباض طولانی تر، ماهیچه ها از اسید های چرب استفاده می کنند (یادآوری : در اثر تجزیه چربی‌ها، وزن کم شده و آمونیاک بیشتری تولید می‌شود؛ همچنین منجر به تولید مواد اسیدی می‌شود)

* کرآتین فسفات نیز می تواند با دادن فسفات خود، مولکولATP را به سرعت باز تولید کند

* در فعالیت‌های شدید که اکسیژن کافی به ماهیچه‌ها نمی‌رسد، تجزیه گلوکز به صورت بی‌هوازی انجام می گیرد که منجر به تولید اسید لاکتیک می شود (کاهش pH ماهیچه) . انباشته شدن لاکتیک اسید در ماهیچه ، باعث گرفتگی و درد ماهیچه ای می شود.

* لاکتیک اسید اضافی به تدریج (نه یکباره !) تجزیه می شود و اثرات درد و گرفتگی ماهیچه ای کاهش می یابد

* یاخته های ماهیچه ای را می توان بر اساس سرعت انقباض ، به دو نوع یاخته های تند و کند تقسیم کرد . بسیاری از ماهیچه های بدن هر دو نوع یاخته را دارند .

* تار ماهیچه ای کند : مخصوص حرکات استقامتی – دارای مقدار زیادی میوگلوبین – تامین بیشتر انرژی به صورت هوازی

* تار ماهیچه ای تند : مخصوص انقباضات سریع – دارای میوگلوبین کم – میتوکندری کمتر و تامین انرژی بیشتر به صورت بی هوازی – به واسطه میوگلوبین های کم ، رنگ آن ها سفید است(میوگلوبین سبب قرمز بودن تار های ماهیچه ای کند است)

* افراد کم تحرک ، دارای تار ماهیچه ای تند بیشتری هستند که با ورزش ، تارهای نوع تند به نوع کند تبدیل می شوند

* تار های ماهیچه ای تند ، سریع انرژی خود را از دست می دهند و خسته می شوند

نکته : دوندگان دوی صد متر نسبت به دوندگان ماراتن ، دارای تار های ماهیچه ای تند بیشتر و تار های کند کمتری هستند

* جانوران حداقل در بخشی از زندگی خود می توانند از جایی به جای دیگری حرکت کنند

اساس حرکت در جانوران مشابه است :

۱_ برای حرکت در یک سو ، جانور باید نیرویی در خلاف آن وارد کند

۲_ برای انجام حرکت ، جانوران نیازمند ساختار های اسکلتی و ماهیچه ای هستند

انواع اسکلت در جانوران

– آب ایستایی : به طور مثال در عروس دریایی ، در اثر تجمع مایع درون بدن ، به بدن آن شکل داده می شود . با فشار جریان آب به بیرون ، جانور به سمت مخالف حرکت می کند

– اسکلت بیرونی : حشرات و سخت پوستان نمونه هایی از جانوران دارای اسکلت بیرونی هستند . در این جانوران ، اسکلت وظیفه حفاظتی و حرکتی دارد . اندازه این جانوران از حد خاصی فراتر نمی رود

– اسکلت درونی : مهره داران اسکلت درونی دارند . در انواعی از ماهی ها مانند کوسه ماهی، جنس این اسکلت از نوع غضروفی است ، ولی در سایر مهره داران استخوانی است که غضروف نیز دارد

نکته : همه ماهی ها قطعا غضروف دارند !

با تشکر فراوان از دکتر نوید درویش پور بابت همکاری در انجام این پروژه ♡