

جزوه سطح A (نکات مهم تر) پس از تدریس در کلاس حضوری یا مجازی در صفحات پایان گفتار نوشته خواهد شد

فصل سوم - دستگاه حرکتی

- سافت اندام‌های پیچیده برای جایگزینی بخش ناقص یا آسیب دیده نتیجه موارد زیر است:
 1. مطالعه دقیق سافتار (ماهیه، مفصل، استفوان)
 2. پیشرفت علم مواد.

گفتار یکم - استخوان‌ها و اسکلت

- اسفوان فقط بخشی از اسکلت انسان را تشکیل می‌دهد.
- اسکلت انسان شامل بخش مهوری و بخش جانبی می‌باشد.
- وظایف بخش مهوری اسکلت انسان:
 1. تشکیل مهور بدن
 2. حفاظت از سافتارهای مهم مثل مغز، نفاع، قلب و ششها
 3. نقش در صحبت-شنیدن
 4. جویدن و حرکات بدن.
- وظیفه بخش جانبی اسکلت انسان: نقش بیشتر در حرکات بدن، مثلاً استفوان‌های دست و پا.
- چند وظیفه از استفوان:
 - 1- شنیدن دقیق (چکشی - سندان - رکابی).
 - 2- حرکت (با کمک ماهیه‌ها و زردپی‌ها).
 - 3- پشتیبانی (از ششها - مغز - قلب - نفاع).
 - 4- تولید یافته‌های فونی.
 - 5- ذخیره مواد معدنی (کلسیم و فسفات).
 - 6- تکلم و جویدن (آرواره‌ها).

✓ شکل 1 ص 38:

1. درشت نی و نازک نی تقریباً به صورت موازی قرار گرفته اند در نیمه بالا کمی از هم فاصله دارند، اما در نیمه پایین به هم نزدیکند.
2. قوزک داخلی پا = سر استخوان درشت نی .
3. قوزک خارجی پا = سر استخوان نازک نی .
4. انگشت شست پا به درشت نی نزدیک تر است .
5. انگشت شست دست به زندهترین نزدیک تر است ..
6. انگشت کوچک پا به نازک نی نزدیک تر است .
7. انگشت کوچک دست به زندهترین نزدیک تر است .
8. سه استخوان در مفصل زانو شرکت دارند: درشت نی + ران + کشکک .
9. نازک نی در مفصل زانو شرکت ندارد .
10. دو استخوان تر قوه جزء بفش جانبی اسکلت هستند (همانند لگن و کتف) .
11. قوزک خارجی پا کمی پایین تر از قوزک داخلی پا است.

✳ سافتار استخوان ران:

1- تنه (طول استخوان ران):

1-1- سامانه هاورس (در بافت فشرده):

استوانه های هم مرکز از یافته های استخوانی که در ماده زمینه ای قرار دارند.

- ماده زمینه ای = پروتئین ها (مثلاً کلاژن) + مواد معدنی .

- اعصاب و رگ های فونی:

درون مهرای مرکزی هر سامانه هاورس - عامل ارتباط بافت زنده با بیرون از استخوان

- ✓ 2-1- اجزاء موجود در طول استخوان ران:
- 1- بافت فشرده استخوانی (بیشتر).
 2- بافت اسفنجی (کمتر) - در سطح درون تنه استخوان ران.
 3- مغز قرمز: در بافت اسفنجی.
 4- مغز زرد: درون مهرای مرکزی در طول (تنه) استخوان ران.

2- دو انتهای برآمده:

- 1-2- پر از بافت اسفنجی (معموم در بافت نازک فشرده).
 2-2- تیغه های نامنظم استخوانی در بافت اسفنجی.
 3-2- رگ ها و مغز استخوان درون مغزات بین تیغه های نامنظم را پر کرده اند.
- ✳ در سطح خارجی استخوان ، بافت پیوندی وجود دارد که استخوان را احاطه کرده است ←
 رگ ها و اعصاب توسط مهره‌هایی با بیرون ارتباط دارند.
- ✓ استخوان های موری شامل: 1- جمجمه 2- پاره 3- ستون مهره ها 4- دنده ها 5- جناغ سینه.
 ✓ استخوان های دو نیم لگن تا هر کمی حرکت دارند (وجود غضروف در محل اتصال آن ها).

- ✳ انواع بافت استخوانی: دو نوع بافت در همه استخوان ها وجود دارند اما به میزان مختلف و در محل های متفاوت: 1- فشرده 2- اسفنجی.
 ✳ مغز استخوان = بخش نرمی که درون استخوان را پر میکند.

- ✓ تبدیل مغز زرد به قرمز فقط در استخوان های دراز امکان پذیر است (سایر استخوان ها مغز زرد ندارند).
 ✓ شکل 2 ص 39: هر استخوان مهره سه زائده دارد که به سمت عقب قرار گرفته اند.

* انواع استخوان:

1. دراز (ران-بازو- درشت نی-نازک نی) .
2. کوتاه (مچ)
3. پهن (دنده ها-جمجمه-پنایغ-کتف-لگن) .
4. نامنظم (ستون مهره ها) .

✓ استخوان ران با دو استخوان مفصل متحرک تشکیل می دهد:

- 1- با لگن ← گوی و کاسه
- 2- با درشت نی ← لولایی .

✓ آزادی حرکت مفصل گوی و کاسه بیشتر از لولایی است.

* انواع مغز استخوان: **قرمز** (در فضای مغزات بافت اسفنجی ← محل تشکیل یافته های فونی) .
زرد (در مهرای مرکزی استخوان دراز ← بیشتر مغز زرد از پربی (تری گلیسرید) است.

* در کم فونی شدید: مغز زرد تبدیل به مغز قرمز می شود .

✓ شکل 3 ص 40:

1. زوائد سیتوپلاسمی هر یافته استخوانی ممکن است به هم وصل باشد تا اگر در ترک های ریز یکی از آن ها پاره شد مشکلی ایجاد نشود.
2. هر مهرای هاورس دارای یک سیاهرگ، یک سرفرگ، رگ لنفی و عصب است.
3. سرفرگ های دو مهرای هاورس باهم و سیاهرگ ها هم با یکدیگر ارتباط دارند (توسط رگ های رابط) .
4. بافت پیوندی دور استخوان دو لایه است.
5. رگ های درون بافت اسفنجی قطورتر از بافت متراکم هستند تا سلول های فونی به راحتی به آنها وارد شوند.
6. قطر سیاهرگ ها بیشتر از سرفرگ هاست.
7. هر یافته استخوانی، زوائد سیتوپلاسمی زیادی دارد که توسط آنها با یافته های استخوانی مجاور ارتباط دارد.

❖ در دوران بینینی: استخوان از بافت های نرم ساخته شده است، سپس به تدریج با اضافه شدن نمک های دارای Ca^{++} استخوان سفت می شود.

❖ تا اواخر سن رشد، یافته های استخوانی، ماده زمینه ای می سازند ← آن را ترشح میکنند ← افزایش توده استخوانی و تراکم استخوانی

❖ با افزایش سن: کم کاری یافته های استخوانی ← تغییرات استخوانی ← کاهش توده استخوانی.

❖ عواملی که استخوان را محکم تر، ضعیف تر و متراکم تر می کنند:
1- افزایش وزن 2- فعالیت بدنی (مثلاً ورزش).

❖ عواملی که استخوان را ظریف تر می کنند:
1- استفاده کمتر از استخوان .
2- قرار گرفتن در محیط بی وزنی که تراکم استخوان کاهش می یابد مثلاً فضانوردان .

❖ ایجاد شکستگی های میکروسکوپی: حرکات معمول بدن به صورت پیوسته شکستگی میکروسکوپی ایجاد می کنند.
❖ ضربه یا برفور → شکستگی در استخوان .

❖ درمان شکستگی:
تولید یافته های جدید استخوانی توسط یافته های نزدیک محل شکستگی ← بهبودی پس از چند هفته .

❖ از عوامل مهم استقام استخوان: تراکم توده استخوان .

❖ تعریف پوکی استخوان: کاهش تراکم توده استخوان .

❖ دلیل پوکی استخوان: افزایش تفریب استخوان .

❖ در پوکی استخوان، استخوان ضعیف و شکننده می شود .

❖ عوامل ایبار پوکی استخوان:

- 1- کمبود ویتامین D در غذا
- 2- کمبود کلسیم در غذا
- 3- نوشیدنی الکی
- 4- دقانیات
- 5- افتلالات هورمونی
- 6- نوشابه گازدار.

✓ **پهار عامل** با جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان ها سبب پوکی استخوان می شوند:

- 1- کمبود ویتامین D در غذا
- 2- کمبود کلسیم در غذا
- 3- نوشیدنی الکی
- 4- دقانیات

✓ **دو عامل** با افزایش تفریب استخوان، تراکم آن را کاهش میدهند (پوکی استخوان):

- 1- افتلالات هورمونی
- 2- نوشابه گازدار.

✓ **بفش** زیادی از دو سر استخوان های دراز و بفش میانی استخوان های پهن، کوتاه و نامنظم از **بافت اسفنجی**

است که فصوصیات زیر را دارد:

- 1- یافته ها به صورت نامنظم کنار یکدیگرند.
- 2- هفرات نامنظم هستند.
- 3- تیغه های استخوانی نامنظم هستند.
- 4- مقدار زیادی مغز قرمز استخوان هفرات را پر کرده است.
- 5- مقادیر فراوان کلاژن، کلسیم و فسفر وجود دارد.
- 6- رگ های فونی قطورتر از بافت متراکم هستند.

❖ **همه** انواع استخوان و بافت های استخوانی دارای کلاژن فراوان و املاح معدنی (کلسیم و فسفر) فراوان هستند.

✓ **شکل 5 ص 41:** در استخوان مبتلا به پوکی: تعداد هفرات کمتر و اندازه هفرات بزرگتر است.

- ✓ عوامل زیر، استخوان ها را در محل مفصل کنار هم نگه می دارند:
- 1- رباط ها 2- کپسول مفصلی 3- مجموعه زردپی ها و ماهیچه های اسکلتی
- ✓ مثلاً شکل 12 ص 48:
- ماهیچه دوسر باز و باواسطه زردپی ها، سه استخوان را به هم متصل میکند: 1- زرد زبرین 2- کتف 3- بازو

- ✓ فعالیت 2 ص 42:
1. با افزایش سن، در مردان تراکم استخوان با سرعت یکنواختی کاهش می یابد.
 2. با افزایش سن، در زنان تراکم استخوان با سرعت فزاینده کاهش می یابد.
 3. در هر سنی، تراکم استخوان در مردان بیشتر از زنان است.
 4. بین سنین 20 تا 50 سالگی، شدت تغییرات تراکم استخوان در مردان بیشتر از زنان است.
 5. بین سنین 50 تا 80 سالگی، شدت تغییرات تراکم استخوان در زنان بیشتر از مردان است.

✱ اغلب مفاصل از نوع متمرک هستند و در آن ها:

- 1- بافت غضروفی سر استخوان ها را در محل مفصل پوشانده است.
- 2- کپسول، استخوان ها را در محل مفصل احاطه کرده است.

✱ تعریف مفصل: محل اتصال استخوان ها با هم .

- ✱ انواع مفصل:
1. بعضی از مفاصل ثابت هستند مثلاً جمجمه .
 2. اغلب مفاصل متمرک هستند مثلاً زانو، لگن و انگشتان .

❁ بمبمه:

- 1- از چند عدد استخوان تشکیل شده است .
- 2- لبه های دندان دار این استخوان ها در هم فرو رفته اند (مکعب و ثابت شده اند) .
- 3- تعداد استخوان های بمبمه 8 عدد است .

❁ تعداد استخوان های بدن 206 عدد است:

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| a- سر: بمبمه 8 و پوزه 14 عدد . | b- تنه: دنده ها 24 عدد . |
| c- مهره ها 26 عدد . | d- جناغ سینه 1 عدد . |
| e- دست ها 64 و پاها 62 عدد . | f- منقردلامی در بالای منبره 1 عدد . |
| g- گوش میانی 6 عدد . | |

❁ عوامل کاهشده اصطکاک در ممل مفصل متحرک:

- 1- مایع مفصلی (لغزنده)
- 2- غضروف های صیقلی سر استخوان ها .

❁ کپسول مفصلی، دور تا دور مایع مفصلی را فرا گرفته است.

❁ رباط: از انواع بافت پیوندی رشته ای (مترکم) است که دو استخوان را به هم متصل می کند.

✓ شکل 7 ص 43:

1. غضروف انتوایی دقیقاً سر استخوان ها را پوشانده است در هالیکه کپسول رشته ای (کپسول مفصلی) به نوای بالاتر وصل است.
2. مایع مفصلی با دو بفش تماس مستقیم دارد: a- غضروف های انتوایی b- پرده سازنده مایع مفصلی.
3. نایه روشن سر استخوان: بفتی است که قبلاً غضروف استخوان ساز بوده و با افزایش سن به استخوان تبدیل شده است (در این نایه، حفره وجود ندارد).

✓ رباط درونی در زانو: سر استخوان ران را به درشت نی متصل می کند (شکل ص 43).

✓ رباط بیرونی در زانو: سر استخوان ران را به نازک نی متصل می کند (شکل ص 43).

❁ **زردپی:** از انواع بافت پیوندی رشته ای (متراکم) که یک استخوان و ماهیچه اسکلتی را به هم متصل می کند.

❁ **انواع مفاصل متمرک:**

- 1- گوی و کاسه ← بین سر استخوان ران و لگن - بین سر بازو و کتف .
- 2- لولایی ← بین سر درشت نی و ران .
- 3- لغزنده ← بین مهره و دنده .

❁ **عوامل تفریب** بخش صیقلی غضروف در ممل مفاصل:

- 1- کارکرد زیاد
- 2- ضربات و آسیب ها
- 3- بعضی بیماری ها .

❁ بدن می تواند تفریب غضروفی را ترمیم کند.

❁ اگر سرعت تفریب بیشتر از ترمیم باشد، بیماری های مفصلی اجاد می شوند .



❁ ممل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس مضموری یا مجازی):

❁ محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی):

مهمی سنجاری

❁ محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی):

مهمی سنجاری

❁ محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی):

مهمی سنجاری

❁ محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی):

مهمی سنجاری

❁ محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی):

مهمی سنجاری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی ↓*

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی):

مهمی سنجاری

❁ محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی):

مهمی سنجاری

❁ محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی):

مهمی سنجاری

گفتار دوم - ماهیچه و حرکت

- ❖ تعداد ماهیچه های اسکلتی در انسان: 639 عدد
- ❖ ماهیچه های اسکلتی بسیاری از حرکات بدن را ایجاد میکنند و نه همه آنها را.
- ❖ بسیاری از ماهیچه ها به صورت جفتی و بر خلاف هم منقبض می شوند تا استفوان ها را در جهات عکس حرکت دهند؛ پس نمی توانند به صورت همزمان منقبض شوند (در یک لحظه فقط یکی از آن ها منقبض است).
- ❖ بعضی ماهیچه های اسکلتی به استفوان وصل نیستند و استفوان را حرکت نمی دهند؛
دو مثال: 1. بنداره های مفط (ادراری، دفعی) 2. صورت (تغییر حالت پهره).
- ✓ شکل 9 ص 45: ماهیچه های دلتایی و ذوزنقه ای در هر دو سطح بدن دیده می شوند (از هر کدام، دو عدد در بدن هر فرد وجود دارد)

- ❖ اعمال ماهیچه های اسکلتی: اغلب ارادی، گاهی غیر ارادی (انعکاس ها).
- ❖ انعکاس از توانایی های بعضی ماهیچه هاست.
- ❖ اعمال ماهیچه های اسکلتی:
 - 1- حرکات بدن (ارادی).
 - 2- کنترل درپه های بدن (دهان-مفرج و پلک ها).
 - 3- حفظ شکل و حالت بدن.
 - 4- کمک به ارتباط با هموعان و سایر جانداران (صمیمت کردن - نوشتن - حالات مختلف پهره و ...).

✓ یکی دیگر از اعمال ماهیچه های اسکلتی:
کمک به هومئوستازی (با حفظ دمای بدن، چون انقباض ماهیچه ها، گرمای زیادی تولید میکند).

✓ شکل 10 ص 46:

- 1- ماهیچه دوسر بازو با واسطه زردپی ها به 3 استخوان وصل است؛ 1- زند زیرین 2- کتف 3- بازو .
- 2- ماهیچه سه سر بازو با واسطه زردپی ها به 3 استخوان وصل است؛ 1- زند زیرین 2- کتف 3- بازو .

✿ ماهیچه اسکلتی C دسته تارهای ماهیچه ای C تار ماهیچه ای (میون) C تارچه C سارکومر C اکتین و میوزین

✿ تارچه = میوفیبریل تار = یافته ماهیچه ای

✿ یک غلاف پیوندی رشته ای مکلم هر دسته از تارهای (یافته های) ماهیچه ای را احاطه کرده است. این غلاف ها مجموعاً در انتها به هم وصل می شوند ← ایجاد نوار مکلم و طناب مانند به نام زردپی.

✿ زردپی های دو انتهای ماهیچه به استخوان های مفتلی اتصال دارند ← با انقباض ماهیچه، دو استخوان به یکدیگر نزدیک می شوند .

✿ به دلیل وضعیت خاص اتصال ماهیچه به استخوان، با تغییر کوتاه در طول ماهیچه، استخوان به مقدار زیادی جابه جا می شود.

✿ یک یافته (تار) ماهیچه اسکلتی، به شکل استوانه ای و چندین هسته ای است . دلیل چند هسته ای بودن یافته (تار) ماهیچه اسکلتی؛ به هم پیوستن چند یافته در دوره جنینی است .

✓ شکل 11 ص 47: ماهیچه 4 سر ران و نمای روبروی استخوان ران را نشان می دهد .

✿ تارچه (میوفیبریل): رشته های موازی درون هر یافته (تار) ماهیچه ای .
(دقت کنید که تارچه های درون یک یافته در امتداد هم نیستند)

❖ **سارکومر:** واحدهای تکراری در طول هر تارچه. هر سارکومر در فاصل بین دو فط Z است.

❖ دلیل ظاهر مفط (فط دار) ماهیچه های اسکلتی و قلبی:

آرایش خاص دو نوع رشته پروتئینی اکتین و میوزین.

❖ رشته های نازک = اکتین. رشته های ضمیم = میوزین.

❖ یک سر همه رشته های اکتین به فط Z وصل است.

❖ رشته های میوزین لا به لای رشته های اکتین قرار دارند و به فط Z وصل نیستند.

❖ میوزین سرهایی برای اتصال به اکتین دارد.

✓ **شکل 12 ص 48:**

1. تعداد میوزین همواره از اکتین بیشتر است چون به صورت دسته ای هستند

تعداد دسته های میوزین کمتر از اکتین است.

2. فط Z، برای نوار روشن فط تقارن است.

3. فط تیره M برای موارد زیر، فط تقارن است: 1- دیسک همنسن 2- نوار تیره 3- سارکومر.

❖ رسیدن پیام از مراکز عصبی ← آزاد شدن ناقل عصبی در محل سیناپس (همایه) نوروں به میون برای

انتقال تمریک ← اتصال ناقل عصبی به گیرنده اش در سطح میون ← ایجاد موج تمریکی در طول

غشای یافته میون ← اتصال سر میوزین به اکتین و تغییر شکل آنها ← کوتاه شدن سارکومر (نزدیک

شدن فطوط Z به هم) ← کاهش طول ماهیچه.

❖ لغزیدن میوزین و اکتین مجاور هم، انرژی فواه است؛ باید پل های اتصالی اکتین- میوزین باید دائماً تشکیل

شده و به یک سمت کشیده شود (حرکت پارویی سر میوزین) ← سپس جدا شدن سرهای

میوزین از اکتین ← اتصال به محلی جلوتر در اکتین و تکرار مراحل.

❖ سرعت اتصال، حرکت و جدا شدن سرهای میوزین؛ صدها مرتبه در ثانیه.

✳️ برای انقباض: خروج Ca^{++} با انتشار تسهیل شده از شبکه آندوپلاسمی ← اتصال میوزین به آکتین ← کوتاه شدن سارکومر.

✳️ برای توقف انقباض: ورود Ca^{++} با انتقال فعال به شبکه آندوپلاسمی ← جدا شدن آکتین و میوزین ← استراحت سارکومر (برگشت به طول اولیه).

✓ با رسیدن دستور انقباض، فشار اسمزی سیتوسل افزایش می یابد چون کلسیم از شبکه آندوپلاسمی صاف به سیتوسل می ریزد (با انتشار تسهیل شده)

✓ برای فاتمه انقباض، فشار اسمزی سیتوسل کاهش می یابد چون کلسیم از سیتوسل به شبکه آندوپلاسمی صاف برمی گردد (با انتقال فعال)

✓ استفاده از گلوکز در ماهیچه برای ساخت ATP:

الف- در تنفس هوازی (در حضور اکسیژن):



ب- در تنفس بی هوازی (در فقدان اکسیژن):



✓ تجمع لاکتات در ماهیچه، آن را دردناک می کند (تفریک گیرنده های درد)

✳️ منابع انرژی ماهیچه:

1- گلیکوژن و گلوکز 2- اسیدهای چرب 3- کراتین فسفات

✳️ بیشتر انرژی برای انقباض از سوختن گلوکز تأمین می شود.

✳️ در حضور O_2 ، ماهیچه برای **پند دقیق** انرژی لازم برای تولید ATP را از سوختن **گلوکز** تأمین میکند.

✳️ در انقباضات طولانی تر، منبع انرژی، اسیدهای چرب هستند.

در کمبود O₂ (ورزش های طولانی و سنگین):

- 1- تنفس بی هوازی است .
- 2- تولید لاکتیک اسید .
- 3- انباشته شدن لاکتیک اسید در ماهیچه ← گرفتگی و درد ماهیچه .
- 4- لاکتیک اسید اضافی به تدریج تجزیه می شود ← کاهش درد و گرفتگی ماهیچه .

انواع یافته های بافت ماهیچه ای (بر مبنای سرعت انقباض): 1. کند (قرمز) 2. تند (سفید) .

بسیاری از ماهیچه های بدن، هر دو نوع یافته را دارند.

یاخته های تند(سفید):

- 1- انقباض سریع (مفصوص دو سرعت، وزنه برداری و ...)
- 2- میتوکندری کم - میوگلوبین کم
- 3- بیشتر انرژی را از تنفس بی هوازی به دست می آورند و مقدار کمی تنفس هوازی
- 4- سریعاً انرژی خود را از دست می دهند (سریعاً فسته می شوند)
- 5- دلیل نامگذاری: فیلی سریع فسته می شوند.

یاخته های کند(قرمز):

- 1- مفصوص حرکات استقامتی (مثلاً شنا کردن)
- 2- میتوکندری فراوان - میوگلوبین فراوان
- 3- بیشتر انرژی را از تنفس هوازی به دست می آورند و مقدار کمی از تنفس بی هوازی.
- 4- دلیل نامگذاری: فیلی آهسته و دیرتر فسته می شوند.

میوگلوبین: شبیه هموگلوبین - به رنگ قرمز - ذخیره O₂ .

افراد کم تحرک، تارهای تند بیشتری دارند.

با ورزش، تارهای تند به تارهای کند تبدیل می شوند.

- ✓ یافته های تند و کند می توانند به یکدیگر تبدیل شوند.
- ✓ DNA به دو شکل زیر دیده می شود:
الف- قطعی (درون هسته یوکاریوت ها)
ب- حلزونی (در ماتریکس میتوکندری، استرومای کلروپلاست و ناهیه نوکلئوئیدی باکتری)
- ✓ در تبدیل یافته های تند به کند، تعداد میتوکندری افزایش می یابد پس می توان نتیجه گرفت که با این اتفاق، محتوای DNA در یافته ماهیچه ای افزایش می یابد.
- ✓ تونوس ماهیچه ای: انقباض فیزیکی که در ماهیچه های در حالت استراحت (در بیداری) وجود دارد و باعث سفتی نسبی آن می شود.
- ✓ می توان گفت که در تونوس ماهیچه ای با وجودی که ماهیچه در استراحت است، اما تعدادی از سرهای میوزین به اکتین متصل هستند (اما پارو نمی زنند).

✿ حرکات در جانوران:

1. متنوع است: شنا - پرواز - دویدن - خزیدن و ...
2. حرکات حاصل وارد کردن نیرو در فلاف جهت حرکت است.
3. نیازمند سافتارهای اسکلتی و ماهیچه ای است.

✿ انواع اسکلت جانوران:

1. هیدرواستاتیک (آب ایستایی):
شکل دادن به بدن در اثر تجمع مایع درون بدن مثلاً عروس دریایی
فشار جریان آب به بیرون سبب حرکت جانور به سمت مخالف می شود.

2. جیروخی:

- علاوه بر کمک به حرکت، نقش حفاظتی هم دارد.
در جانوران بزرگ تر، اسکلت خارجی بزرگ تر و ضمیم تر می شود.
جانور از هر معینی بزرگ تر نمی شود چون اسکلت سنگین خواهد داشت ← محدودیت حرکت.

3. دروخی (در مهره داران):

در گروهی از ماهی ها مثل کوسه از جنس غضروف.

در سایر مهره داران: استخوان+ غضروف.

در اغلب مهره داران شبیه اسکلت انسان.

✓ مکانیسم آب ایستایی جانوران شبیه تورژانس در گیاهان است.



ممل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس مضموری یا مجازی):