

به نام حیات و زندگی و نور

فنوتیپ ظاهری موش آزمایشگاهی: آناتومی، بافت‌شناسی و تصویربرداری



تصاویر رنگی کتاب از مسیر پروفایل کتاب در تارنمای انتشارات دانشگاه
فردوسی مشهد به نشانی زیر نیز قابل دریافت است:

press.um.ac.ir

جی. رابرت، سی. کارترو، ام. ناوارو

ترجمه:

دکتر ابوالقاسم نبی‌پور

استاد دانشگاه فردوسی مشهد

دکتر فرهاد محمدی قشلاق

سرشناسه:	روبرته، خسوس
عنوان و نام پدیدآور:	فنوتیپ ظاهری موش آزمایشگاهی: آناتومی، بافت‌شناسی و تصویربرداری / جی. رابرت، سی. کارتر، ام. ناوارو؛ ترجمه ابوالقاسم نبی‌پور، فرهاد محمدی قشلاق. مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۹۹. ۱۳۶ ص.
مشخصات نشر:	مشهد: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد؛ ۷۶۸.
مشخصات ظاهری:	فایبک.
فروست:	وضعیت فهرست‌نویسی: فایبک.
شابک:	یادداشت: Morphological mouse phenotyping : anatomy, histology and imaging, 2017.
موضوع:	Mice -- Morphology
موضوع:	Mice -- Anatomy
شناسه افزوده:	کارتر، آنا
شناسه افزوده:	ناوارو، مارک
شناسه افزوده:	نبی‌پور، ابوالقاسم، ۱۳۴۶ - مترجم.
شناسه افزوده:	محمدی قشلاق، فرهاد، ۱۳۶۲ - مترجم.
شناسه افزوده:	دانشگاه فردوسی مشهد، انتشارات.
رده‌بندی کنگره:	QL۷۳۷
رده‌بندی دیویی:	۵۷۱/۳۳۵
شماره کتابشناسی ملی:	۷۳۹۶۳۴۷
ISBN: 978-964-386-460-6	

فنوتیپ ظاهری موش آزمایشگاهی: آناتومی، بافت‌شناسی و تصویربرداری

پدیدآورندگان: جی. رابرت، سی. کارتر، ام. ناوارو
ترجمه: دکتر ابوالقاسم نبی‌پور، دکتر فرهاد محمدی قشلاق
ویراستار علمی: دکتر احمدرضا راجی
ویراستار ادبی: هانیه اسدی‌پور فعال مشهد
مشخصات: وزیری، ۱۰۰ نسخه، چاپ دوم، پاییز ۱۴۰۴ (اول، ۱۳۹۹)
چاپ و صحافی: همیار
بها: ۱,۸۰۰,۰۰۰ ریال
حق چاپ برای انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد محفوظ است.



مراکز پخش:

فروشگاه و نمایشگاه کتاب پردیس: مشهد، میدان آزادی، دانشگاه فردوسی مشهد، جنب سلف یاس
تلفن: ۳۸۸۰۲۶۶۶ - ۳۸۸۳۳۷۷۷ (۰۵۱)
مؤسسه کتابیران: تهران، میدان انقلاب، خیابان کارگر جنوبی، بین روانمهر و وحید نظری، بن‌بست
گشتاسب، پلاک ۸ تلفن: ۶۶۴۸۴۷۱۵ (۰۲۱)
مؤسسه دانشیران: تهران، خیابان انقلاب، خیابان منیری جاوید (اردیبهشت) نیش خیابان نظری، شماره ۱۴۲
تلفنکس: ۶۶۴۰۰۲۲۰ - ۶۶۴۰۰۱۴۴ (۰۲۱)

<http://press.um.ac.ir>

Email: press@um.ac.ir

فهرست مطالب

پیشگفتار	۷
مقدمه	۸
فصل ۱. اصطلاحات آناتومی	۹
ناحیه‌شناسی موش آزمایشگاهی	۱۰
نواحی سر موش آزمایشگاهی از نمای جانبی	۱۱
نواحی بدن موش آزمایشگاهی از نمای پشتی و شکمی	۱۳
ناحیه‌شناسی دهان موش آزمایشگاهی از نمای قدامی	۱۳
نواحی پنجه قدامی و پنجه خلفی در موش آزمایشگاهی	۱۴
فصل ۲. استخوان‌شناسی	۱۷
استخوان‌های جمجمه و فک پایین	۱۸
ستون مهره‌ها و قفسه سینه	۱۹
استخوان‌های اندام سینه‌ای	۲۰
استخوان‌های اندام لگنی	۲۲
استخوان‌شناسی موش آزمایشگاهی	۲۳
جمجمه موش آزمایشگاهی	۲۴
جمجمه موش آزمایشگاهی، نمای جانبی	۲۷
فک پایین موش آزمایشگاهی	۳۰
دندان‌های موش آزمایشگاهی	۳۱
مهره‌های موش آزمایشگاهی	۳۴
دنده‌ها و جناغ در موش آزمایشگاهی	۴۱

اسکلت اندام حرکتی قدامی در موش آزمایشگاهی ۴۴
اسکلت اندام حرکتی خلفی در موش آزمایشگاهی ۵۴

فصل ۳. ماهیچه‌شناسی ۶۳
شکل و ساختار ماهیچه‌ها ۶۳
فیبر ماهیچه اسکلتی ۶۴
آناتومی مقایسه‌ای ماهیچه‌های موش آزمایشگاهی ۶۴
ماهیچه‌شناسی موش آزمایشگاهی ۶۶

فصل ۴. دستگاه گوارش ۷۳
حفرة دهان ۷۳
حلق و مری ۷۵
معدة ۷۶
روده ۷۶
کبد ۷۷
دستگاه گوارش در موش آزمایشگاهی ۷۸

فصل ۵. دستگاه تنفس ۸۵
حفرة بینی ۸۵
حنجره ۸۷
نای ۸۷
ریه‌ها ۸۸
دستگاه تنفس در موش آزمایشگاهی ۸۹

فصل ۶. ارگان‌های ادراری ۹۳
کلیه‌ها ۹۳
میزنای ۹۴
مثانه ۹۴
میزراه (پیشابراه) ۹۵

دستگاه ادراری در موش آزمایشگاهی ۹۵

فصل ۷. ارگان‌های تناسلی نر ۱۰۱

بیضه‌ها و اپیدیدیم ۱۰۱

غدد ضمیمه جنسی ۱۰۲

پنیس ۱۰۴

دستگاه تناسلی نر در موش آزمایشگاهی ۱۰۵

فصل ۸. ارگان‌های تولیدمثل ماده ۱۱۱

تخمدان‌ها ۱۱۱

لوله‌های رحمی ۱۱۲

رحم ۱۱۳

واژن (مهبل) ۱۱۴

ولوا و کلیتوریس ۱۱۴

دستگاه تناسلی ماده در موش آزمایشگاهی ۱۱۶

فصل ۹. سیستم گردش خون ۱۲۳

قلب ۱۲۳

عروق خونی قلب ۱۲۶

سرخ‌رگ‌ها ۱۲۶

سیاه‌رگ‌ها ۱۲۷

قلب در موش آزمایشگاهی ۱۲۹

نمایه ۱۳۳

پیشگفتار

استفاده از موش آزمایشگاهی جایگاه ویژه‌ای در تحقیقات زیستی، دام‌پزشکی و پزشکی دارد. از این رو، شناخت دقیق اعضا و ارگان‌های بدن این حیوان آزمایشگاهی دارای اهمیت است. همچنین مبحث آشنایی با آناتومی حیوانات آزمایشگاهی از جمله موش آزمایشگاهی جزء واحدهای درسی برخی رشته‌ها نظیر فیزیولوژی در مقطع دکتری تخصصی می‌باشد. نبود منبع و همچنین اطلس کاربردی کامل به زبان فارسی در این زمینه برگرداندگان این اثر را بر آن داشت که نسبت به ترجمه بخش‌های اصلی و مهم اثر حاضر البته با نگاهی نو و کاربردی‌تر اقدام کنند و امید است کتاب حاضر بتواند پاسخ‌گوی نیازهای آموزشی و پژوهشی مدرسان، دانشجویان و محققان گرامی در رشته‌های مرتبط باشد.

این کتاب به عنوان اثری جامع علاوه بر ارائه متن توضیحی آناتومی و بافت‌شناسی دستگاه‌های مختلف بدن موش آزمایشگاهی، حاوی تصاویر آناتومی ماکروسکوپی، تصاویر میکروسکوپی الکترونی روبشی (SEM) تصاویر رادیولوژی، تصاویر MRI و تصاویر سونوگرافی از اعضا و ارگان‌های مختلف موش آزمایشگاهی نیز می‌باشد.

قابل ذکر است با توجه به فقدان کتاب مشابه، این کتاب می‌تواند به عنوان کتاب مرجع و اطلس آناتومی در آزمایشگاه‌های مختلف علوم تجربی مانند آناتومی، بافت‌شناسی، فیزیولوژی، فارماکولوژی و زیست‌شناسی در بخش‌های نظری و عملیات دروس مختلف و همچنین طرح‌های تحقیقاتی مورد استفاده قرار گیرد و در انجام بهینه آموزش، تحقیق و همچنین برگزاری بخش عملیات دروس بسیار کمک‌کننده باشد.

امیدواریم ترجمه این کتاب برای دانش‌پژوهان کشورمان مفید واقع شود. امید است که خوانندگان نکته‌سنج و دقیق کتاب، انتقادات، پیشنهادات و دیدگاه‌های علمی ارزنده خود را به برگرداندگان ارائه دهند تا با به کارگیری آن‌ها در چاپ بعدی، کیفیت کتاب ارتقا یابد.

شایسته است از داوران محترم علمی، ویراستاران محترم علمی و ادبی کتاب و کارکنان محترم مدیریت نشر آثار علمی دانشگاه فردوسی مشهد تشکر و سپاسگزاری شود.

دکتر ابوالقاسم نبی‌پور

دکتر فرهاد محمدی قشلاق

پاییز ۱۳۹۹

مقدمه

امروزه استفاده از حیوانات آزمایشگاهی مانند موش آزمایشگاهی در پژوهش‌های علوم زیستی جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است. مراکز پژوهشی برای پیشبرد مقاصد علمی خود هزینه‌های سرسام‌آوری را در این زمینه صرف می‌کنند. برای رسیدن به این خواسته‌ها، نخستین گام آشنایی با حیوانات آزمایشگاهی، آشنایی با ویژگی‌های مورفولوژیکی و آناتومی این حیوانات است.

کاربرد موش آزمایشگاهی در پژوهش‌های زیست‌شناسی از سده نوزدهم شروع شد و به تدریج پیشرفت کرد. موش‌ها دارای ویژگی‌هایی هستند که آن‌ها را برای انجام انواع پژوهش‌ها به عنوان یک حیوان آزمایشگاهی مناسب می‌سازد. نگهداری موش‌ها و کار کردن با آن‌ها ساده و کم‌هزینه است. آن‌ها جثه‌ای کوچک دارند و می‌توان تعداد بی‌شماری از آن‌ها را مورد استفاده قرار داد. کوتاه بودن زمان زادوولد و توانایی تکثیر زیاد آن‌ها، این حیوانات را برای پژوهش‌های وراثتی بسیار مناسب ساخته است؛ ضمن اینکه پرورش و نگهداری آن‌ها به صرفه است. با استفاده از شیوه‌های ویژه می‌توان موش‌هایی را پرورش داد که عاری از میکروب باشند. به علاوه با استفاده از چنین روش‌هایی تا حدود زیادی شیوع بیماری‌های واگیردار در محل نگهداری آن‌ها کاهش می‌یابد. موش‌ها در واقع پستاندارانی هستند که ارزش آن‌ها در انواع پژوهش‌ها به اثبات رسیده است. آن‌ها در پژوهش‌های بسیاری به کار گرفته می‌شوند، اما به خاطر شایع بودن بروز نئوپلاسم‌های خوش‌خیم یا بدخیم در آن‌ها و ارتباط انواع اختصاصی این نئوپلاسم‌ها با نژاد آن‌ها، این حیوانات از نظر انجام کاوش‌های سرطان‌شناسی سودمند می‌باشند. علاوه بر این، به علت سازگاری بافتی در موش‌های خالص، پیوند تومورها به آسانی و با پذیرش بالا انجام می‌شود. موش‌ها در دامنه گسترده‌ای جهت پژوهش‌های ویروس‌شناسی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ زیرا نسبت به بسیاری از ویروس‌ها حساسیت دارند و این حساسیت به ویژه در موش‌های نوزاد چشمگیرتر است.

طول عمر نسبتاً کوتاه موش‌ها، این حیوانات را برای پژوهش‌های مربوط به روند پیری مناسب ساخته است. آن‌ها عمده‌ترین پستاندارانی هستند که در پژوهش‌های وراثتی مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ زیرا توانایی زادوولد زیاد و مدت زمان بارداری کوتاهی دارند. همچنین از موش‌ها در زمینه‌های گسترده‌ای برای انجام آزمایش داروها و پژوهش‌های رادیوبیولوژیکی استفاده می‌شود؛ زیرا واکنش و برآیند مناسبی نشان می‌دهند و شایان توجه اینکه ارزش مادی پائینی دارند و استفاده از تعداد زیاد آن‌ها مقرون به صرفه است.

با توجه به اینکه در خصوص آناتومی موش آزمایشگاهی کتاب جامعی موجود نیست، ضرورت وجود کتابی ساده و مفید که دربرگیرنده جنبه‌های گوناگون آناتومی و مورفولوژی این حیوان آزمایشگاهی باشد، احساس شد.

هرچند مطالب موجود در نوشته حاضر کامل و به دور از نقص نیست، لیکن مطالعه آن توسط محققان و مدرّسان می‌تواند به طور مؤثر در امر آموزش و پژوهش کمک کند.



اصطلاحات آناتومی

بدن موش به بخش‌های سر، گردن، تنه، دم و اندام‌های سینه‌ای (جلویی)^۱ و لگنی (خلفی)^۲ تقسیم می‌شود. برای شناسایی موقعیت‌های دقیق قسمت‌های مختلف بدن، اطلاع از بعضی اصطلاحات توصیفی و مقاطع مربوط به جهات بدن ضروری است. برای این منظور، بایستی حیوان در وضعیتی باشد که چهار اندام حرکتی وی در وضعیت طبیعی استراحت، روی زمین قرار داشته باشند. واژه پشتی^۳ در تنه موش، به تمامی ساختارهای واقع شده به سمت بالای تنه اطلاق می‌شود. اصطلاح شکمی^۴ برای ساختارهای واقع شده به سمت شکم و پایین تنه حیوان به کار می‌رود. برخی از اصطلاحات نیز براساس موقعیت سر و دم حیوان تعریف می‌شوند. اصطلاح قدامی^۵ برای ساختارهایی استفاده می‌شود که به طرف سر حیوان قرار گرفته‌اند و اصطلاح خلفی نیز برای ساختارهایی استفاده می‌گردد که به سمت دم حیوان قرار دارند. در ناحیه سر، ساختارهای به طرف بینی حیوان با اصطلاح جلویی در نظر گرفته می‌شوند.

بدن موش توسط مقطع میانی^۶ به دو نیمه راست و چپ تقسیم می‌شود. ساختارهایی که نزدیک به مقطع میانی باشند، تحت عنوان میانی و ساختارهایی که از مقطع میانی بدن دورتر و به سمت خارج بدن قرار گرفته باشند، تحت عنوان جانبی هستند.

مقطعی که دقیقاً از مرکز بدن حیوان عبور نمی‌کند، مقطع سهمی^۷ نامیده می‌شود. علاوه بر این مقطع پشتی، مقطع افقی و موازی با پشت حیوان و مقطع عرضی^۸ عمود بر محور طولی بدن هستند.

1. Rostral
2. Caudal
3. Dorsal

4. Ventral
5. Cranial
6. Median plane

7. Sagittal plane
8. Transverse plane

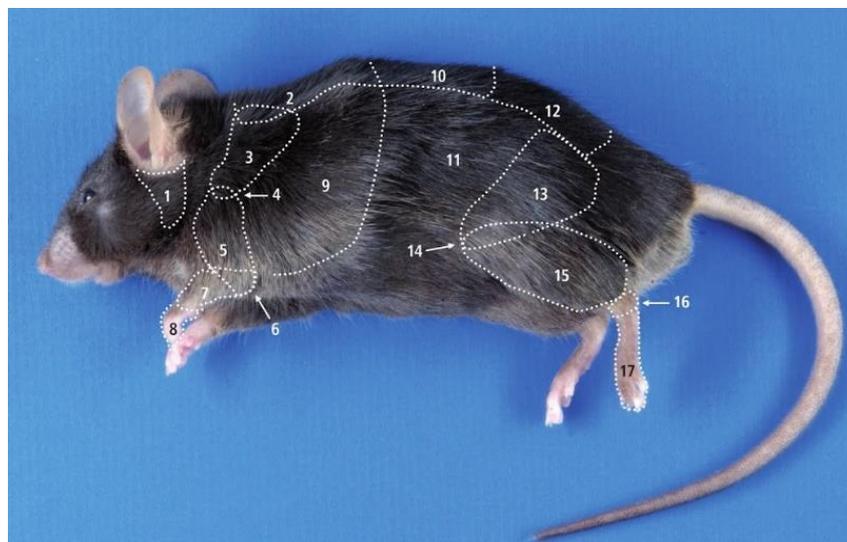
اصطلاحات خاصی نیز برای اندام‌ها استفاده می‌شود. ساختارهای نزدیک به محل متصل شدن اندام به تنه با عنوان بالایی^۱ و ساختارهای دورتر از محل بالا، با اصطلاح پایینی^۲ توصیف می‌شوند. در اندام قدامی و پنجه قدامی^۳ به ساختارهایی که به طرف قدامی قرار گرفته‌اند و ساختارهایی که به طرف خلفی قرار گرفته‌اند، کف دستی^۴ گفته می‌شود. اصطلاح کف پای^۵ نیز برای کف پا استفاده می‌شود. اصطلاحاتی که برای انگشتان استفاده می‌شود شامل محوری^۶ و کنارمحوری^۷ هستند که به ساختارهای نزدیک‌تر یا دورتر از محور طولی انگشت سوم اطلاق می‌شوند.

ناحیه‌شناسی موش آزمایشگاهی

از نظر ظاهری نیز بدن موش به نواحی تقسیم می‌شود. نواحی مربوط به سر به جمجمه و صورت تقسیم می‌شوند.

تنه شامل نواحی زیر است:

ناحیه گردن^۸ که شامل موقعیت‌های پشتی، جانبی و شکمی است. نواحی صدری^۹ که در دیواره قفسه سینه^{۱۰} واقع شده‌اند و نواحی شکمی نیز در سطح شکم و لگن قرار دارند. در نهایت، نواحی اندام‌های سینه‌ای و لگنی^{۱۱} براساس استخوان‌هایی که در این اندام‌ها قرار دارند، نام‌گذاری می‌شوند.



شکل ۱-۱

1. Proximal
2. Distal
3. Forepaw
4. Palmar

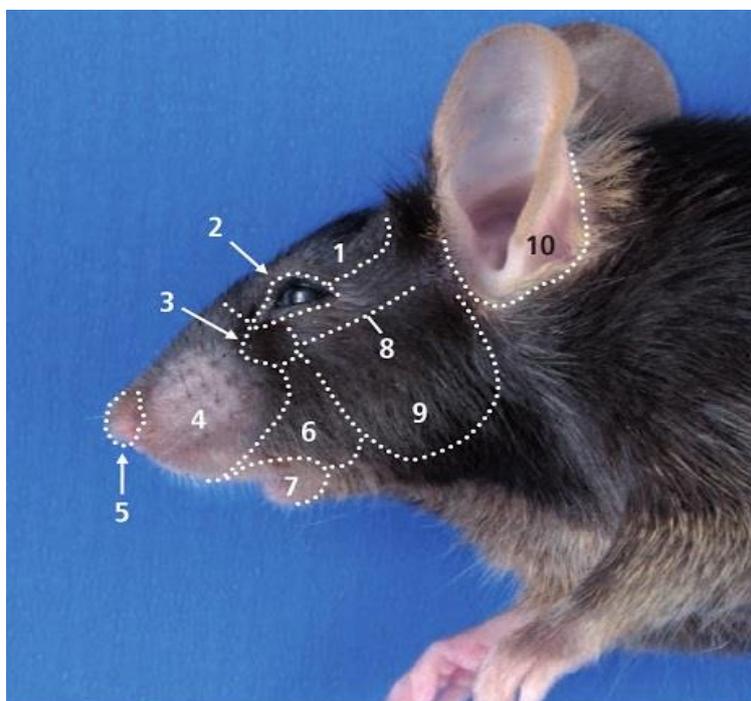
5. Plantar
6. Axial
7. Abaxial
8. Neck region

9. Pectoral regions
10. Thoracic wall
11. Thoracic and pelvic limbs

از نظر آناتومی، نواحی مختلف بدن موش آزمایشگاهی که در شکل ۱-۱ از نمای جانبی مشخص شده است، عبارت‌اند از:

- ۱- ناحیه بناگوش، ۲- ناحیه مهره‌های سینه‌ای، ۳- ناحیه کتف، ۴- ناحیه مفصل شانه، ۵- ناحیه بازو، ۶- ناحیه زند زیرین (ناحیه مفصل آرنج)، ۷- ناحیه پیش بازویی (ساعد)، ۸- ناحیه پنجه اندام قدامی، ۹- ناحیه دنده‌ای، ۱۰- ناحیه کمر، ۱۱- ناحیه خلفی شکم، ۱۲- ناحیه خاجی، ۱۳- ناحیه ران، ۱۴- ناحیه زانو، ۱۵- ناحیه ساق پا، ۱۶- ناحیه تارس (مچ پا)، ۱۷- ناحیه پنجه اندام خلفی

نواحی سر موش آزمایشگاهی از نمای جانبی

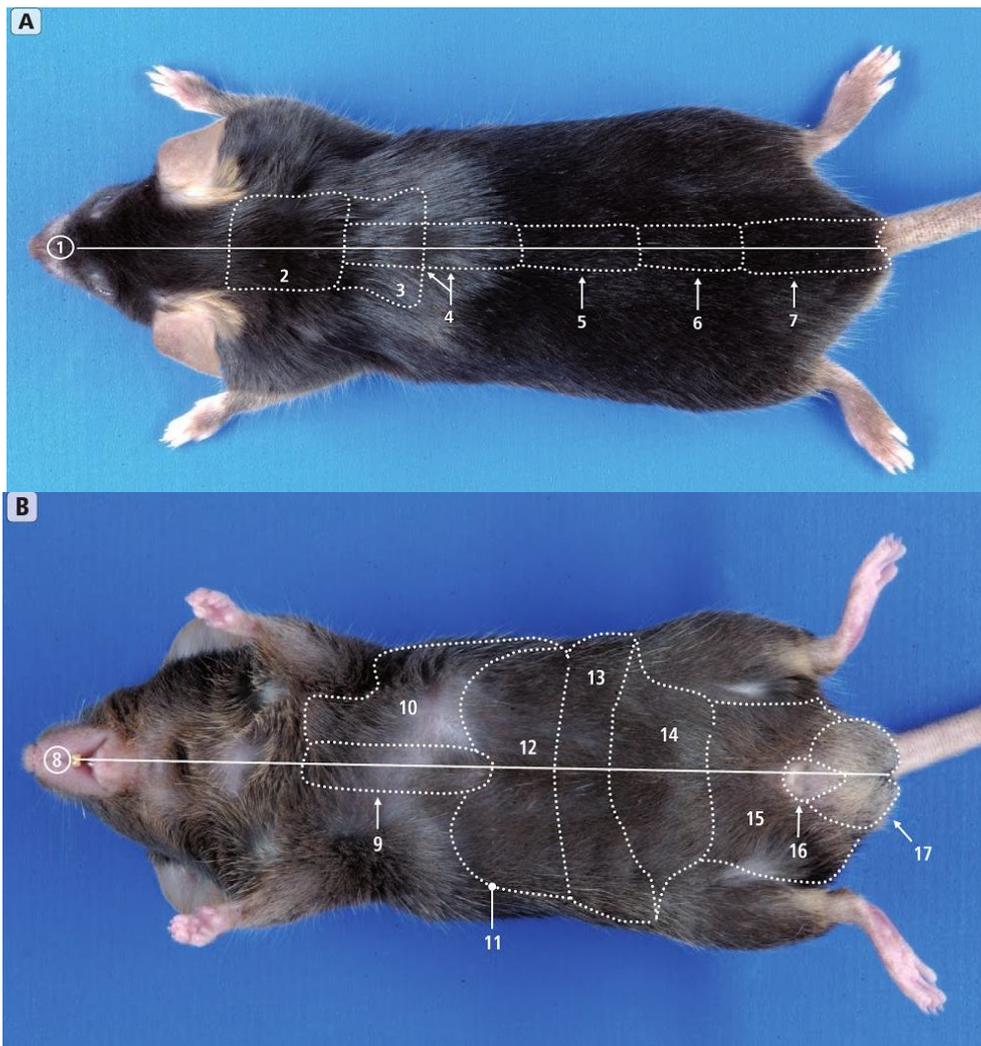


شکل ۱-۲

نواحی سر در شکل ۱-۲ نشان داده شده و عبارت‌اند از:

- | | | |
|---|-----------------------------|--------------------|
| 1. Parotid region | 7. Antebrachial region | 14. Stifle region |
| 2. Thoracic vertebral region | 8. Forepaw | 15. Leg region |
| 3. Scapular region | 9. Costal region | 16. Tarsal region |
| 4. Shoulder joint region | 10. Lumbar region | 17. Hindpaw region |
| 5. Brachial region | 11. Caudal abdominal region | |
| 6. Ulnar region (region of elbow joint) | 12. Sacral region | |
| | 13. Femoral region | |

- ۱- ناحیه پیشانی، ۲- ناحیه حدقه ای، ۳- ناحیه زیرحدقه ای، ۴- ناحیه بینی ای، ۵- ناحیه نوستریل (سوراخ‌های خارجی بینی)، ۶- ناحیه گونه ای، ۷- ناحیه دهانی، ۸- ناحیه وجنه ای، ۹- ناحیه جوشی، ۱۰- ناحیه لاله گوش



شکل ۳-۱

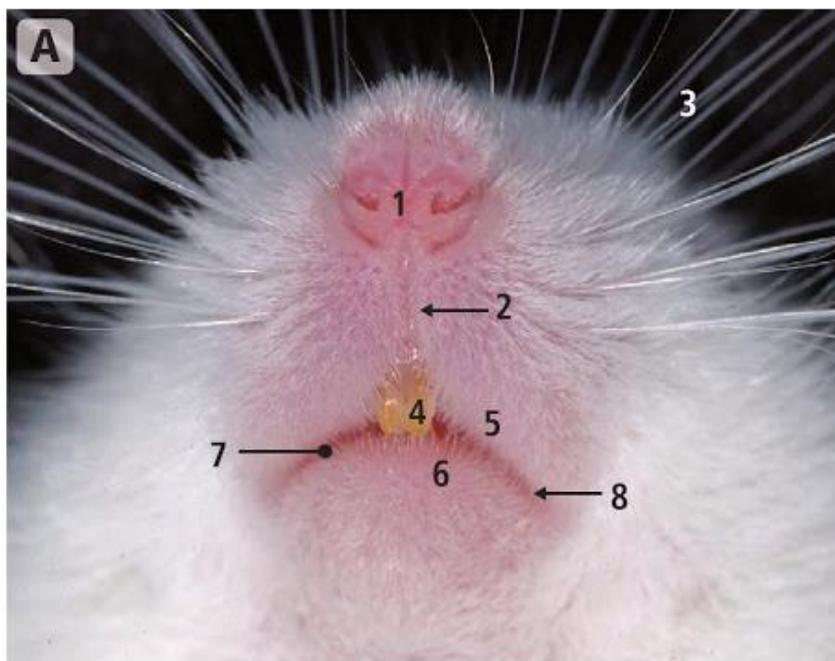
- | | | |
|------------------------|-------------------|----------------------|
| 1. Frontal region | 5. Nostril region | 9. Masseteric region |
| 2. Orbital region | 6. Buccal region | 10. Auricular region |
| 3. Infraorbital region | 7. Oral region | |
| 4. Nasal region | 8. Zygomatic arch | |

نواحی بدن موش آزمایشگاهی از نمای پشتی و شکمی

نواحی بدن موش آزمایشگاهی در شکل ۱-۳ مشخص شده‌اند که شکل A به نمای پشتی و شکل B به نمای شکمی مربوط است و این نواحی عبارت‌اند از:

۱- خط میانی پشتی^۱، ۲- ناحیه پشت گردن^۲، ۳- ناحیه بین کتفی^۳، ۴- ناحیه مهره‌های سینه‌ای^۴، ۵- ناحیه کمر^۵، ۶- ناحیه خاجی^۶، ۷- ناحیه ریشه دم^۷، ۸- خط میانی شکم^۸، ۹- ناحیه جناغی^۹، ۱۰- ناحیه دنده‌ها^{۱۰}، ۱۱- قوس دنده‌ای^{۱۱}، ۱۲- ناحیه قدامی شکم^{۱۲}، ۱۳- ناحیه میانی شکم^{۱۳}، ۱۴- ناحیه خلفی شکم^{۱۴}، ۱۵- ناحیه عانه^{۱۵}، ۱۶- ناحیه غلاف قضیب^{۱۶}، ۱۷- ناحیه اسکرو تال^{۱۷}

ناحیه‌شناسی دهان موش آزمایشگاهی از نمای قدامی



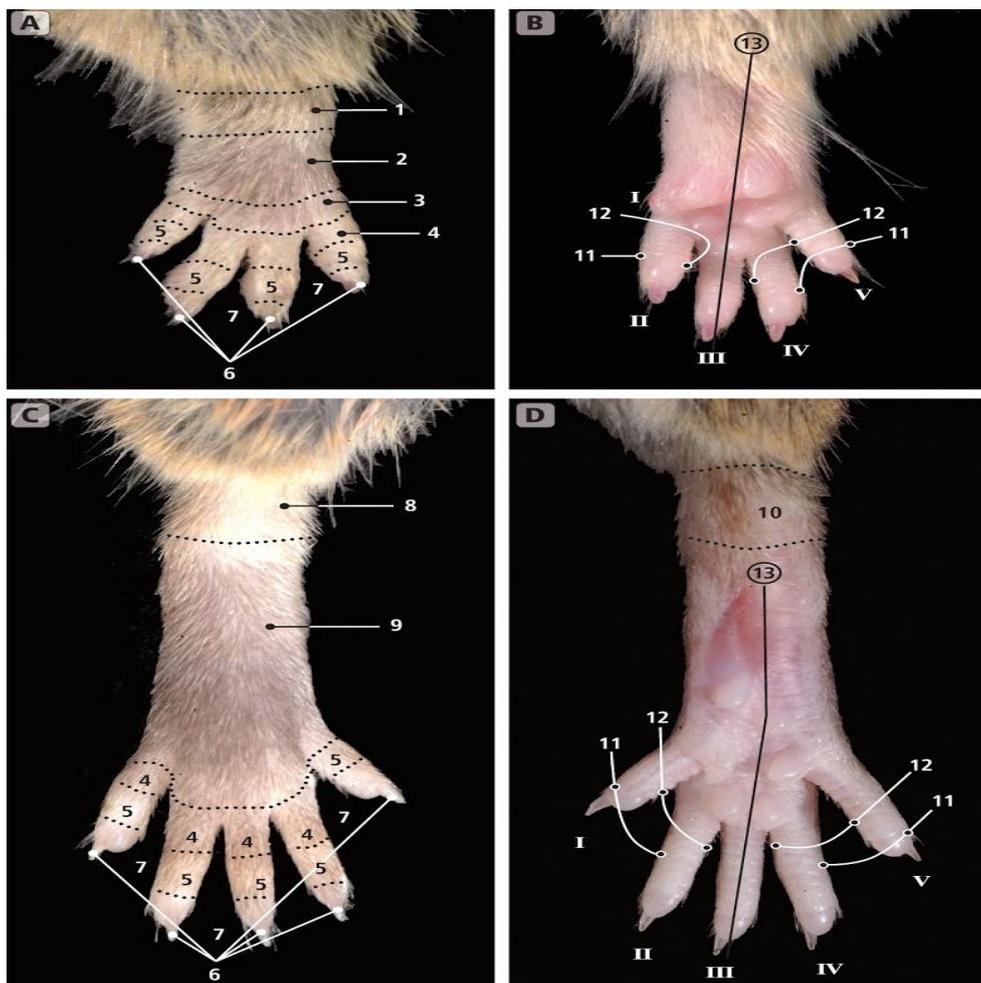
شکل ۱-۴

نواحی دهان در شکل ۱-۴ مشخص شده و عبارت‌اند از:

- | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1. Dorsal midline | 5. Ventral midline | 9. Middle abdominal region |
| 2. Dorsal neck region | 6. Sternal region | 10. Pubic region |
| 3. Interscapular region | 7. Costal arch | 11. Preputial region |
| 4. Region of the root of the tail | 8. Cranial abdominal region | 12. Scrotal region |

۱- صفحه بینی ای^۱، ۲- فیلتروم^۲، ۳- موهای حساس لب بالا^۳، ۴- دندان ثنایای بالا^۴، ۵- لب بالا^۵، ۶- لب پایین^۶، ۷- ورودی دهان^۷، ۸- زاویه دهان^۸

نواحی پنجه قدامی و پنجه خلفی در موش آزمایشگاهی



شکل ۱-۵

نواحی پنجه در شکل ۱-۵ مشخص شده‌اند و نواحی زیر را شامل می‌شوند:

- | | | |
|-------------------------------|------------------------|-------------------|
| 1. Nasal plate | 4. Upper incisor tooth | 7. Oral opening |
| 2. Philtrum | 5. Upper lip | 8. Angle of mouth |
| 3. Tactile hairs of upper lip | 6. Lower lip | |

A. نمای پشتی پنجه قدامی، B. نمای کف دستی پنجه قدامی، C. نمای پشتی پنجه خلفی و D. نمای کف پایي پنجه خلفی

۱- ناحیه کارپ^۱ (مچ دست) ۲- ناحیه متاکارپ^۲ (قلم دست) ۳- ناحیه مفصل قلمی بند انگشتی^۳، ۴- ناحیه بند بالایی انگشتان^۴، ۵- ناحیه بند میانی انگشتان^۵، ۶- ناحیه بند پایینی انگشتان^۶، ۷- فضای بین انگشتی^۷، ۸- ناحیه تارس، ۹- ناحیه متاتارس^۸ (قلم پا)، ۱۰- ناحیه پاشنه پا^۹، ۱۱- سطح غیر محوری انگشتان، ۱۲- سطح محوری انگشتان، ۱۳- محور طولی^{۱۰}

* اعداد یونانی نشان دهنده شماره انگشتان هستند.

1. Carpal region
2. Metacarpal region
3. Metacarpophalangeal region

4. Proximal phalangeal region
5. Middle phalangeal region
6. Distal phalangeal region
7. Interdigital space

8. Metatarsal region
9. Calcaneal region
10. Longitudinal axis

استخوان‌شناسی

همانند سایر پستانداران، بیشتر استخوان‌های موش دارای منشأ مزودرمی می‌باشند. تمایز سلول‌های استخوان در طی فرایندهای غضروف‌سازی^۱ و استخوان‌سازی^۲ اتفاق می‌افتد که ابتدا کندروبلاست‌ها^۳ و استئوبلاست‌ها^۴ و سپس کندروسیت^۵ و استئوسیت^۶ تشکیل می‌شوند. ممکن است استخوان‌ها مستقیماً طی فرایند استخوانی شدن توسط استئوبلاست‌ها تشکیل شوند، مانند استخوان ترقوه^۷ و برخی استخوان‌های جمجمه. همچنین ممکن است استخوان از طریق پروسه استخوانی شدن به وجود آید که این روش را استخوانی شدن داخل غضروفی می‌گویند. طی مراحل تکوینی، اسکلت غضروفی جنینی به واسطه ایجاد مراکز استخوانی شدن بتدریج با بافت استخوان جایگزین می‌شود. رشد استخوان‌های طویل در طی مراحل اولیه حیات از طریق صفحات رشد ادامه پیدا می‌کند که بین بدنه و اپی‌فیز واقع شده‌اند. در سطح استخوان بافت استخوان متراکم^۸ قرار دارد درحالی‌که داخل آن از استخوان تیغه‌ای^۹ تشکیل شده است و به‌نحوی قرار گرفته‌اند که استخوان را در برابر فشارهای مکانیکی محافظت می‌کنند.

اسکلت موش دو نوع است:

- اسکلت محوری^{۱۰}؛ شامل جمجمه، فک پایین^{۱۱}، ستون مهره‌ها^{۱۲} و استخوان‌های سینه‌ای^{۱۳}
- اسکلت پیوستی^{۱۴}؛ شامل اندام‌های سینه‌ای و لگنی

1. Chondrogenesis
2. Osteogenesis
3. Chondroblasts
4. Osteoblasts
5. Chondrocytes

6. Osteocytes
7. Clavicle
8. Compact bone
9. Trabecular bone
10. Axial skeleton

11. Mandible
12. Vertebral column
13. Thoracic bones
14. Appendicular skeleton

استخوان‌های جمجمه و فک پایین

جمجمه از به هم پیوستن چندین استخوان که معمولاً به صورت زوج هستند، تشکیل شده است و متشکل از حفره‌هایی است که مغز^۱ و ارگان‌های مربوط به حس بینایی^۲، شنوایی^۳، بویایی^۴، چشایی^۵ و همچنین ورودی دستگاه‌های تنفس^۶ و گوارش^۷ را در خود جای داده‌اند. مغز و غشاها و عروق آن در داخل کاسه سر^۸ قرار دارد. استخوان‌های جمجمه از طریق اتصال درزی^۹ به هم متصل شده‌اند. جمجمه از استخوان‌های زیر تشکیل شده است:

- استخوان پس سری^{۱۰} که از قسمت‌های قاعده‌ای^{۱۱}، جانبی و مسطح^{۱۲} تشکیل شده است.

- استخوان بین آهیانه ای^{۱۳}

- قسمت قاعده‌ای استخوان پروانه‌ای^{۱۴} که از بدنه^{۱۵} و بال‌ها^{۱۶} تشکیل شده است.

- قسمت جلویی استخوان پروانه ای که از بدنه و بال‌ها تشکیل شده است و غالباً از بیرون جمجمه قابل مشاهده نیست.

- استخوان رجلی^{۱۷}

- استخوان گیجگاهی^{۱۸} که از قسمت‌های خاره ای^{۱۹}، صماخی^{۲۰} و مسطح تشکیل شده است.

- استخوان آهیانه^{۲۱}

- استخوان پیشانی^{۲۲}

- استخوان پرویزی و استخوان تیغه بینی^{۲۳}

در موش برخلاف سایر پستانداران، استخوان بین آهیانه‌ای به خوبی رشد می‌کند و از بیرون جمجمه قابل مشاهده است.

استخوان‌های صورت^{۲۴} همگی به صورت زوج و عبارت‌اند از:

استخوان بینی^{۲۵}، استخوان اشکی^{۲۶}، استخوان فک بالا^{۲۷}، استخوان ثنایایی^{۲۸}، استخوان کامی^{۲۹} و استخوان وجنه‌ای^{۳۰}.

قوس وجنه‌ای^{۳۱} در موش، از استخوان وجنه‌ای و زائده وجنه‌ای فک بالا و استخوان گیجگاهی تشکیل شده است. با توجه به سن حیوانات، معمولاً استخوان وجنه ای استخوانی نمی‌شود. بنابراین در زمان تهیه و

1. Brain	12. Squamous	23. Vomer
2. Sight	13. Interparietal bone	24. Facial bones
3. Hearing	14. Basisphenoid bone	25. Nasal bone
4. Smell	15. Body	26. Lacrimal bone
5. Taste	16. Wings	27. Maxila
6. Respiratory tract	17. Pterygoid bone	28. Incisive bone
7. Digestive	18. Temporal bone	29. Palatine bone
8. Cranial Cavity	19. Petrous part	30. Zygomatic bone
9. Suture	20. Tympanic part	31. Zygomatic arch
10. Occipital bone	21. Parietal bone	
11. Basilar	22. Frontal bone	

آماده‌سازی استخوان، ناپدید می‌شود و باعث این تصور می‌گردد که قوس وجنه‌ای در موش ناکامل است. مجرای تحت حدقه‌ای^۱ به استخوان فک بالا باز می‌شود. استخوان اشکی در موش، استخوان بسیار کوچکی است و تنها در تشکیل دیواره جلویی حدقه مشارکت دارد. دو استخوان فک پایینی با هم یکی نمی‌شوند، بلکه توسط بافت غضروفی به یکدیگر متصل می‌شوند. بدنه فک پایین در موش به وسیله آلوتول‌های^۲ رشد کرده دندان‌های ثنایایی سوراخ شده است. دندان‌های آسیایی بزرگ^۳ به صورت مورب در لبه آلوتولی فک پایین قرار گرفته‌اند.

با توجه به اندازه نسبتاً بزرگ سر و فک پایین موش، شاخ‌های فک پایین دارای زائده زاویه‌ای^۴ کاملاً مشخص و زائده کورونوئید^۵ کوچکی هستند.

ستون مهره‌ها و قفسه سینه

ستون مهره‌ها در موش از ۵۰ تا ۶۰ مهره تشکیل شده است که آرایش قرارگیری آن‌ها به صورت زیر است:

- مهره‌های گردنی^۶ ۷ عدد، مهره‌های سینه‌ای^۷ ۱۳ عدد، مهره‌های کمری^۸ ۶ عدد، مهره‌های خاجی^۹ ۴ عدد و مهره‌های دمی^{۱۰} ۳۰-۲۰ عدد.
- مهره‌ها استخوان‌هایی کوتاه هستند که از استخوان‌های اسفنجی در داخل تشکیل شده‌اند که توسط استخوان متراکم احاطه شده‌اند. هر مهره از بدنه، کمان و زوائد مهره‌ای تشکیل شده است. بدنه دارای انتهای قدامی^{۱۱} (یا سر مهره) و انتهای خلفی^{۱۲} (یا گودی مهره) است.
- قوس مهره به همراه بدنه مهره، سوراخ مهره‌ای را تشکیل می‌دهد که نخاع در آن قرار دارد.
- سوراخ مهره‌ای شامل دو پایک^{۱۳} و دو صفحه^{۱۴} است.
- کمان مهره‌ای در قسمت قدامی و خلفی دارای بریدگی‌های مهره‌ای^{۱۵} است. با مفصل شدن مهره‌ها به یکدیگر، دو بریدگی مهره‌ای سوراخ بین مهره‌ای^{۱۶} را تشکیل می‌دهند که محل خارج شدن اعصاب نخاعی است. بین دو کمان مهره‌ای مجاور هم فواصلی وجود دارد، به استثنای سه قسمت که در این سه قسمت طناب نخاعی در ناحیه پشتی توسط استخوان حمایت نمی‌شود.

این فضاها بین کمانی یا بین قوسی عبارت‌اند از:

فضای بین قوسی اطلس و استخوان پس سری^{۱۷}، فضای بین اطلس و مهره محور^{۱۸} و فضای کمری خاجی^{۱۹} که این سه منطقه جهت دسترسی به طناب نخاعی^{۲۰} در موش مناسب هستند.

1. Infraorbital canal
2. Alveols
3. Molar
4. Angular process
5. Coronoid process
6. Cervical vertebrae
7. Thoracic vertebrae

8. Lumbar vertebrae
9. Sacral vertebrae
10. Caudal vertebrae
11. Cranial extremity
12. Caudal extremity
13. Pedicle
14. Lamina

15. Vertebral notches
16. Intervertebral foramina
17. Atlanto-occipital space
18. Atlanto-axial space
19. Lumbosacral
20. Spinal cord

اولین مهره گردنی، اطلس^۱ نام دارد که فاقد بدنه است و روی بال‌های آن، سوراخ‌های بالی^۲، سوراخ مهره‌ای جانبی و سوراخ عرضی قرار دارند. سایر مهره‌های گردنی موش فقط دارای سوراخ عرضی‌اند. زوائد شوکی^۳، عرضی، مفصلی قدامی و مفصلی خلفی محل اتصال ماهیچه‌ها^۴ و لیگامنت‌ها^۵ هستند. علاوه بر این موارد، مهره‌های سینه‌ای و کمری ممکن است دارای زوائد پستانی^۶ نیز باشند. دنده‌ها^۷ به همراه جناغ^۸، استخوان‌های دیواره قفسه سینه را تشکیل می‌دهند. تعداد کل دنده‌های موش سیزده جفت است که عبارت‌اند از: هفت دنده جناغی یا دنده حقیقی^۹ که مستقیماً با جناغ مفصل شده‌اند، سه دنده غیرجناغی یا کاذب^{۱۰} که به صورت مستقیم با جناغ مفصل نشده‌اند و سه دنده دیگر، دنده شناور^{۱۱} نامیده می‌شوند. دنده‌ها از بخش‌های استخوانی و غضروفی تشکیل شده‌اند که به آن‌ها به ترتیب استخوان دنده‌ای^{۱۲} و غضروف دنده‌ای^{۱۳} گفته می‌شود. تمام دنده‌ها صرف‌نظر از محل قرارگیری آن‌ها، دارای قسمت‌های سر، گردن، تکمه^{۱۴} و بدنه هستند. سردنده در بالا با بدنه دو مهره مجاور هم و تکمه دنده نیز با زائده عرضی مهره هم شماره با همان دنده مفصل می‌شود. غضروف دنده‌ای دنده‌های حقیقی بین دو استرنبر^{۱۵} جناغ مفصل می‌شوند، به جز دنده اول که فقط با منوبریوم^{۱۶} جناغ مفصل می‌شود. غضروف‌های دنده‌ای دنده‌های غیرجناغی، قوس دنده‌ای^{۱۷} را تشکیل می‌دهند و سپس همه آن‌ها به طور مشترک با قسمت خلفی جناغ مفصل می‌شوند. جناغ از قسمت‌های منوبریوم در قسمت قدامی و پنج استرنبر تشکیل شده است که خلفی‌ترین آن‌ها، زائده زایفوئید^{۱۸} و غضروف زایفوئید است. منوبریوم دارای دو بال قدامی است که دارای فرورفتگی‌های کوچکی جهت مفصل شدن با ترقوه و اولین دنده هستند. بال‌های منوبریم دارای زوائد مخروطی کوچکی تحت‌عنوان امواسترنوم^{۱۹} می‌باشند.

استخوان‌های اندام سینه‌ای

استخوان ترقوه در موش به خوبی رشد کرده است. اندازه این استخوان در گونه‌های مختلف پستانداران متفاوت است که به علت نوع حرکت و تنظیم حرکات توسط اندام‌های سینه‌ای می‌باشد. به‌عنوان مثال در پستاندارانی که عمل حفر زمین، پریدن و یا پرواز دارند، استخوان ترقوه می‌تواند خیلی طویل باشد؛ درحالی‌که در حیواناتی که برای حرکت به اندام‌های سینه‌ای متکی هستند، طول ترقوه کاهش یافته است. استخوان ترقوه موش با جناغ سینه مفصل می‌شود و در تشکیل مفصل شانه^{۲۰} مشارکت دارد و در محل مفصل در تماس با آکرومیون^{۲۱} کتف^{۲۲} است.

1. Atlas
2. Alar foramen
3. Spinous process
4. Insertion sites for muscles
5. Ligaments
6. Mammillary processes
7. Ribs
8. Sternum

9. Sternal or true ribs
10. Asternal or false ribs
11. Floating rib
12. Costal bone
13. Costal cartilage
14. Tubercle
15. Sternebra
16. Manubrium

17. Costal arch
18. Xiphoid process
19. Omosternum
20. Shoulder
21. Acromion
22. Scapula

کتف استخوان مثلثی^۱ است که توسط ماهیچه‌ها به تنه متصل می‌شود (اتصال ماهیچه‌ای^۲). استخوان کتف در سطح جانبی دارای یک زائده شوکی رشد کرده است که به تدریج بزرگ تر و به آکرومیون ختم می‌شود و آکرومیون تحت عنوان زائده هاماتوس^۳ به سمت شکمی امتداد می‌یابد. استخوان‌های کتف، ترقوه و غرابی^۴، کمربند سینه‌ای^۵ را در اندام قدامی تشکیل می‌دهند. استخوان بازو^۶، استخوان طویلی است که دارای دو اپی‌فیز^۷ بالایی و پایینی و یک دیافیز^۸ در بین آن‌هاست. در اپی‌فیز بالایی، سر استخوان بازو قرار دارد که به طرف خلفی واقع شده است و با حفرة گلوئوئید^۹ استخوان کتف مفصل می‌شود. تکه بزرگ تر و کوچک تر به ترتیب در سمت جانبی و سمت میانی اپی‌فیز بالایی قرار دارند که توسط شیار به نام شیار بین تکه‌های^{۱۰} از همدیگر جدا شده‌اند. دیافیز استخوان بازوی موش دارای برجستگی دالی^{۱۱} است که کاملاً مشخص است. در اپی‌فیز پایین، قرقه^{۱۲} واقع شده است که همراه با انتهای بالایی استخوان‌های زند زیرین^{۱۳} و زند زیرین^{۱۴} مفصل آرنج^{۱۵} را تشکیل می‌دهند. نکته قابل توجه در مورد استخوان بازوی موش، وجود اپی‌کندیل^{۱۶} میانی مشخص در اپی‌فیز پایینی است.

استخوان‌های زند زیرین و زند زیرین به صورت کاملاً مجزاً هستند که برخلاف پستانداران دیگر، به یکدیگر متصل نمی‌شوند. این موضوع موجب امکان چرخش اندام قدامی موش می‌شود؛ به طوری که کف دست به طرف قدامی قرار می‌گیرد. این حرکت برای نگهداری غذا توسط اندام‌های قدامی، کمک کننده و مفید است. جهت زند زیرین به مقدار اندک به سمت داخل انحنا پیدا کرده و در جهت قدامی-خلفی^{۱۷}، پهن شده است. استخوان زند زیرین به علت برجستگی آرنج^{۱۸} نسبت به زند زیرین طویل تر است. زائده کورونوئید میانی استخوان زند زیرین مشخص است. هر دو استخوان زند زیرین و زیرین در انتهای تحتانی با استخوان‌های کارپ^{۱۹} (مچ دست) مفصل می‌شوند. کارپ از دو ردیف استخوان تشکیل شده است.

ردیف بالایی از سه استخوان تشکیل شده است: استخوان کارپ بینایی زند زیرین، استخوان کارپ زند زیرین و استخوان کارپ فرعی. ردیف پایینی کارپ شامل پنج استخوان است: استخوان کارپ ۱، ۲، ۳، ۴ و استخوان کارپ مرکزی.

علاوه بر این، دو استخوان کنجدی^{۲۰} همراه با کارپ وجود دارد: استخوان کارپ داسی شکل^{۲۱} که در سطح کف دستی تاندون‌های ماهیچه‌های خم کننده^{۲۲} قرار گرفته است و استخوان کنجدی زند زیرین که در قسمت جانبی قرار دارد.

1. Triangular
2. Synsarcosis
3. Hamatus
4. Coracoid
5. Pectoral girdle
6. Humerus
7. Epiphysis
8. Diaphysis

9. Glenoid cavity
10. Intertubercular groove
11. Deltoid tuberosity
12. Trochlea
13. Ulna
14. Radius
15. Elbow joint
16. Epicondyle

17. Craniocaudally
18. Prominence of the olecranon
19. Carpal bones
20. Sesamoid bone
21. Falciform
22. Flexor muscles

قلم دست یا متاکارپ^۱ از پنج استخوان متاکارپ با اندازه‌های مختلف تشکیل شده است که کوچک‌ترین آن‌ها، اولین استخوان متاکارپ و بزرگ‌ترین آن‌ها سومین استخوان متاکارپ است. تمامی انگشتان^۲ موش دارای سه بند^۳ هستند، به جز انگشت اول که دو بندی است. بندهای اول و دوم از نظر مورفولوژی بسیار شبیه یکدیگر هستند، هر چند که در بعضی انگشتان، بند اول طویل تر است. بند اول انگشت در سطح کف دستی دارای فضای مثلثی شکل است که محل اتصال رباط‌های کنجیدی می‌باشد. سومین بند انگشت، کم‌وبیش مخروطی شکل^۴ است. این بند دارای سوراخ مشخصی در قسمت خلفی سطح کف دستی است که محل عبور عروق خونی انگشت می‌باشد.

استخوان‌های اندام لگنی

استخوان لگن از ادغام سه استخوان خاصه^۵، ورکی^۶ و عانه^۷ تشکیل شده است. این سه استخوان در محل حفره استابولوم^۸ به همدیگر می‌رسند. استابولوم محل مفصل شدن لگن با سر استخوان ران است. در موش سطح هلالی^۹ حفره استابولوم توسط یک بریدگی عمیق قطع شده است. سوراخ سدادی^{۱۰} که از طریق آن عصب^{۱۱} سدادی به سطح می‌رسد، توسط استخوان‌های ورکی و عانه به وجود می‌آید.

استخوان‌های عانه و خاصره در محل ارتفاق لگنی^{۱۲} با یکدیگر متصل می‌شوند. ارتفاق لگنی در موش از بافت همبندی^{۱۳} و غضروف تشکیل شده است که این نوع ترکیب بندی به لگن موش ماده^{۱۴} اجازه اتساع در زمان زایمان^{۱۵} را می‌دهد.

استخوان خاصره از طریق سطح مفصلی داخلی بال مفصل می‌شود. در اپی فیز بالای استخوان ران^{۱۶}، سر ران قرار دارد که دارای یک گردن مشخص و یک گودی^{۱۷} است که محل اتصال رباط سر ران می‌باشد. تروکانتر بزرگ^{۱۸} که در سمت جانبی قرار دارد، بسیار بزرگ تر از تروکانتر کوچک^{۱۹} سمت میانی است. یکی از ویژگی‌های مهم استخوان ران موش، وجود تروکانتر سوم^{۲۰} می‌باشد که ساختاری است که در تعداد معدودی از پستانداران وجود دارد و از این نظر مشابه اسب و خرگوش است. در انسان تروکانتر سوم رشد نکرده و بسیار کوچک است.

در اپی فیز پایینی استخوان ران علاوه بر کندیل‌های جانبی و میانی که با استخوان‌های نازک^{۲۱} و درشت^{۲۲} می‌شوند، قرقره نیز وجود دارد. بزرگ‌ترین استخوان کنجیدی بدن، یعنی کشکک^{۲۳} با قرقره ران مفصل می‌شود.

1. Metacarpus
2. Digits
3. Phalanx
4. Conical
5. Ilium
6. Ischium
7. Pubis
8. Acetabulum

9. Lunate surface
10. Obturator foramen
11. Obturator nerve
12. Pelvic symphysis
13. Connective tissue
14. Female
15. Parturition
16. Femur

17. Fossa
18. Greater trochanter
19. Lesser trochanter
20. Third trochanter
21. Fibula
22. Tibia
23. Patella

در کندیل جانبی ران، گودی‌های متعددی برای اتصال تاندون‌ها وجود دارد. گودی بازکننده^۱ که محل عبور تاندون ماهیچه‌های بازکننده طویل انگشتان و گودی ماهیچه رکی^۲ است. استخوان‌های درشت‌نی و نازک‌نی در موش در قسمت پایین با هم یکی شده‌اند. این دو استخوان کاملاً رشد کرده‌اند و بین دو استخوان درشت‌نی و نازک‌نی در وسط، شکافی وجود دارد که جدایی این استخوان‌ها از یکدیگر را کاملاً مشهود می‌کند. استخوان درشت‌نی در تشکیل مفصل زانو^۳ نقش مهمی دارد و در انتهای بالایی به خوبی رشد می‌کند و در این قسمت دارای دو کندیل جانبی و میانی است که این دو توسط برجستگی بین‌کندیلی از یکدیگر جدا شده‌اند. استخوان نازک‌نی در موش آزمایشگاهی، استخوانی دراز و با مورفولوژی بسیار ساده است و ویژگی آناتومیکی خاصی ندارد.

استخوان‌های درشت‌نی و نازک‌نی در انتهای بالایی، توسط فضای بین استخوانی ساق از یکدیگر جدا شده‌اند.

میچ یا پاتارس^۴ در موش از سه ردیف استخوان تشکیل شده است. ردیف بالایی شامل استخوان‌های پاشنه^۵، قاب^۶ و استخوان تارس درشت‌نی‌ای کوچک در سمت میانی است. ردیف پایینی از چهار استخوان تارس یا میخی شکل^۷ تشکیل شده است. در بین ردیف‌های بالا و پایین و در قسمت وسط، استخوانی وجود دارد به نام استخوان مرکزی تارس^۸ که تشکیل‌دهنده ردیف بین تارس^۹ است.

استخوان قلم یا متاتارس^{۱۰} شامل پنج استخوان متاتارس است که استخوان‌های دوم، سوم و چهارم دارای طول مشابه‌اند، درحالی‌که استخوان‌های متاتارس در موش در مقایسه با استخوان‌های متاکارپ طویل‌ترند.

در موش انگشتان پا نیز همانند انگشتان دست دارای سه بند هستند، به جز انگشت اول که دو بندی است.

استخوان‌شناسی موش آزمایشگاهی

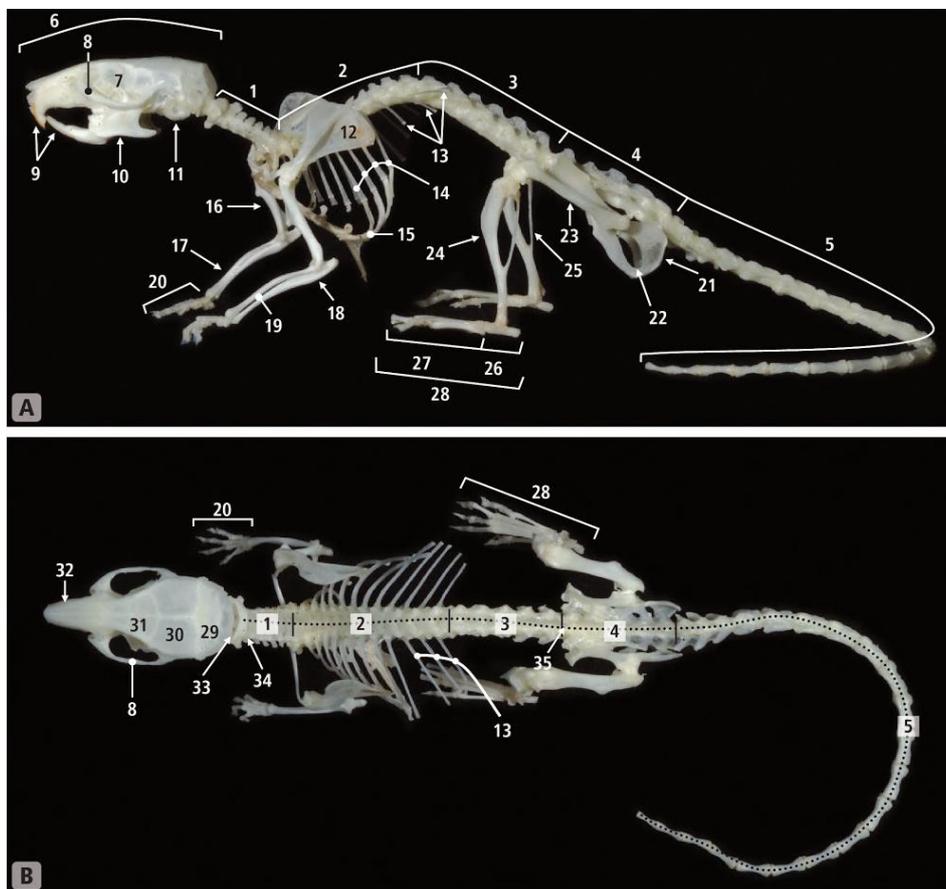
در شکل ۱-۲ قسمت‌های مختلف اسکلت موش آزمایشگاهی از نماهای جانبی (A) و پشتی (B) در شکل ۶ مشخص شده‌اند.

۱- مهره‌های گردن^{۱۱}، ۲- مهره‌های سینه‌ای، ۳- مهره‌های کمری^{۱۲}، ۴- مهره‌های خاجی^{۱۳}، ۵- مهره‌های دُمی^{۱۴}، ۶- جمجمه، ۷- حلقه، ۸- قوس وجنه‌ای، ۹- دندان ثنایا، ۱۰- فک پایین، ۱۱- جاب صماخی^{۱۵}،

1. Extensor fossa
2. Peroneus tertius
3. Stifle joint
4. Tarsus
5. Calcaneus

6. Talus
7. Cuneiform
8. Central tarsal bone
9. Intertarsal
10. Metatarsus

11. Cervical vertebrae
12. Lumbar vertebrae
13. Sacral vertebrae
14. Caudal vertebrae
15. Tympanic bulla



شکل ۱-۲

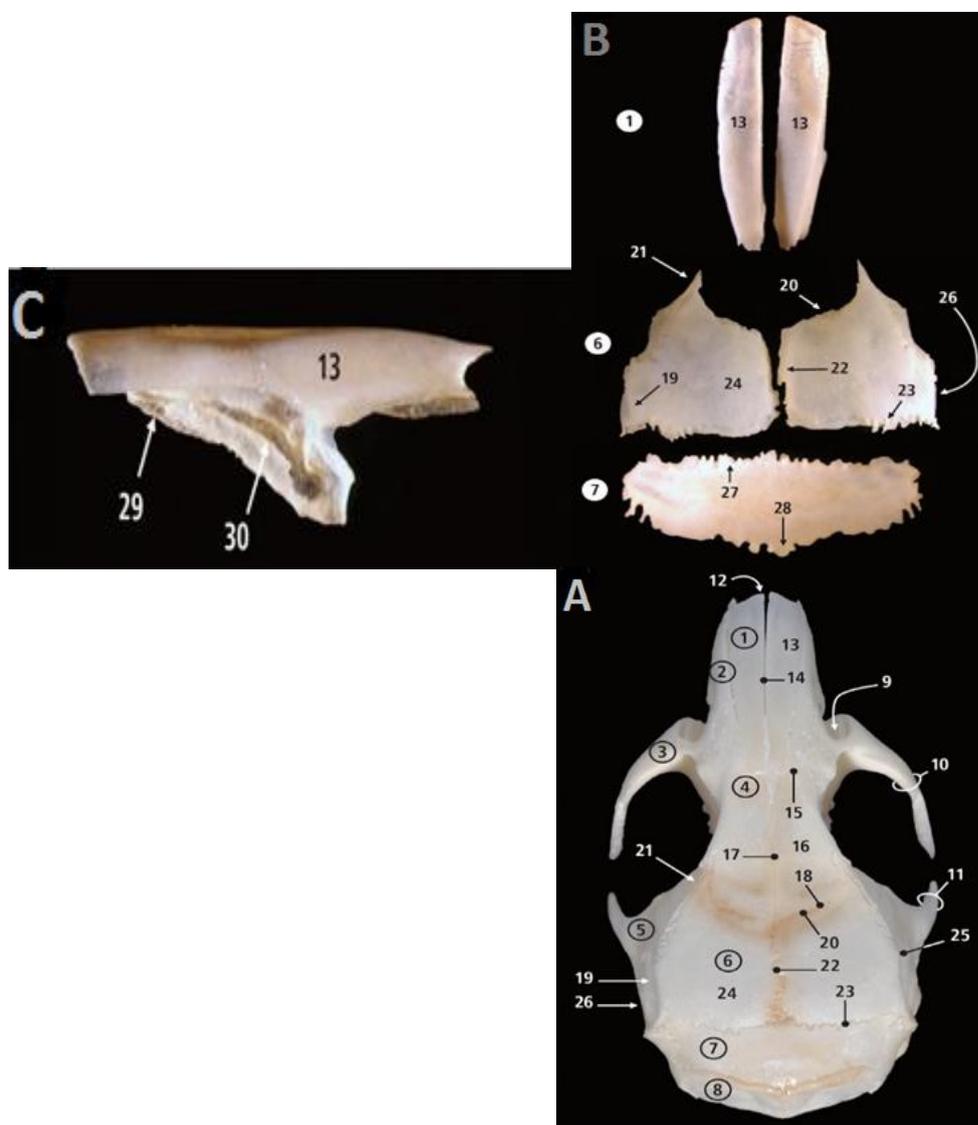
۱۲- کتف، ۱۳- دنده‌های شناور، ۱۴- دنده‌های غیرجانغی، ۱۵- قوس دنده‌ای، ۱۶- بازو، ۱۷- زند زیرین، ۱۸- زند زیرین، ۱۹- فضای بین استخوانی ساعد، ۲۰- پنجه قدامی، ۲۱- استخوان لگن، ۲۲- سوراخ سئدادی، ۲۳- ران، ۲۴- درشت‌نی، ۲۵- نازک‌نی، ۲۶- استخوان تارس (مچ‌پا)، ۲۷- متاتارس (قلم‌پا) و بندها، ۲۸- پنجه خلفی، ۲۹- استخوان بین آهیانه‌ای، ۳۰- استخوان آهیانه، ۳۱- استخوان پیشانی، ۳۲- استخوان بینی، ۳۳- فضای پس سری اطلسی، ۳۴- فضای اطلسی محوری، ۳۵- فضای کمری خاجی^۳

جمجمه موش آزمایشگاهی

شکل ۲-۲ استخوان‌های کاسه سر، صورت و بینی را از نمای پشتی نشان می‌دهد.

1. Interosseous space of forearm

2. Coxal bone
3. Lumbosacral space



شکل ۲-۲ (A) مجسمه، (B) استخوان‌های جدا شده بینی، آهیانه و بین آهیانه‌ای و (C) استخوان بینی از نمای جانبی

۱- استخوان بینی، ۲- استخوان ثنایا، ۳- فک بالا، ۴- استخوان پیشانی، ۵- استخوان گیجگاهی، ۶- استخوان آهیانه، ۷- استخوان بین آهیانه، ۸- استخوان پس سری، ۹- سوراخ زیر حلقه‌ای، ۱۰- زائده و جنه‌ای فک بالا، ۱۱- زائده و جنه‌ای استخوان گیجگاهی، ۱۲- زائده بینی ای، ۱۳- سطح خارجی

1. Incisive bone
2. Maxilla

3. Infraorbital foramen
4. Zygomatic process

5. Nasal process