

## خصوصیات آناتومیکی استخوانچه‌های گوش میانی در موش صحرایی

● احمدعلی محمدپور

گروه علوم پایه دانشکده دامپزشکی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: آبان‌ماه ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: آذرماه ۱۳۹۲

Email: mohammadpoor@ferdowsi.um.ac.ir

### چکیده

جهت تعیین نمودن ساختار آناتومیکی و مورفولوژی استخوانچه‌های گوش میانی موش صحرایی از ۲۰ عدد استخوان گیجگاهی موش صحرایی بالغ استفاده شد. بعد از بررسی آناتومیکی قسمت‌های مختلف استخوان گیجگاهی، استخوانچه‌های گوش میانی خارج گردید و ابعاد و جزئیات آنها با استفاده از میکرومتر چشمی اندازه گیری شد. در انتها اطلاعات بدست آمده با استفاده از نرم افزار سیگما استات مورد آنالیز قرار گرفت. در موش صحرایی استخوان گیجگاهی مشابه سایر حیوانات از سه قسمت مسطح، صماخی و زائده‌ای تشکیل شده بود. حباب صماخی مخروطی شکل و قاعده آن در جهت خلفی جانبی مجاور سوراخ شنوایی گوش قرار داشت. میانگین ارتفاع حباب صماخی و طول کانال شنوایی بترتیب ۸ میلی‌متر و  $1/5 - 1$  میلی‌متر تعیین گردید. در موش صحرایی تعداد استخوانچه‌های گوش میانی سه عدد و شامل استخوانچه‌های چکشی، سندانی و رکابی بود. استخوان عدسی شکل به پایک بزرگ استخوان سندانی متصل بود. نتایج مورفومتری نشان داد که طول کل استخوانچه چکشی  $3/34 \pm 0/03$  میلی‌متر بوده و دارای سر، دسته و سه زائده مشخص جانبی، قدامی و عضلانی است. طول کل استخوانچه سندانی  $1/18 \pm 0/04$  میلی‌متر و دارای دو زائده کوتاه و بلند بود که زائده بلند تکامل بیشتری یافته بود. طول کل استخوانچه رکابی  $0/79 \pm 0/03$  میلی‌متر و دارای صفحه قاعده‌ای و دو زائده قدامی و خلفی بود که طول زائده قدامی بلندتر از خلفی بود.

کلمات کلیدی: مورفولوژی، گوش میانی، موش صحرایی، استخوانچه‌های گوش

● **Veterinary Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 104 pp: 22-27**

**Anatomical characteristics of middle ear bones in rat**

By: Mohammadpour, A.A., Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran (Corresponding Author)

Received: October 2013 Accepted: December 2013

The aim of this study was to determine the anatomical features of the auditory ossicles in rat. Twenty temporal bones from 10 adult rats were used. The features of the ossicles were assessed with an ocular micrometer and photographed by a stereomicroscope. Finally, all data were evaluated and analysed using the Sigma Statt software. Temporal bone in rat was similar to other animals consists of three parts; squamous, tympanic and petrous. Tympanic bulla was cone shaped and its base was adjacent acoustic meatus caudolaterally. Average tympanic bulla height and length of the ear canal were 8 mm and 1-1.5 mm respectively. The auditory ossicles were three bones: the malleus, the incus, and the stapes. The lenticular bone was a distinct bone, articulated with the tip of the long crus of incus. Morphometrical results showed that the malleus was  $3.34 \pm 0.03$ mm in total length. In addition to head and handle, the malleus had three distinct processes; lateral, anterior and muscular. The incus had a total length  $1.18 \pm 0.04$ mm. It had long and short crura although the long crus developed better than short crus. The stapes had a total length  $0.79 \pm 0.03$ mm. It had a stapedia base with anterior and posterior crura. The length of anterior crus was more than posterior.

**Key words:** Morphology, Middle ear, Rat, Auditory ossicles.

**مقدمه**

از نظر علم آناتومی، گوش یکی از اندام‌های مه‌ره داران است که با حس کردن و جمع‌آوری سیگنال‌های صوتی، امر شنیدن را میسر می‌سازد. این عضو همچنین در حفظ تعادل بدن نیز نقش مهمی را ایفا می‌کند. گوش از سه قسمت داخلی، میانی و خارجی تشکیل شده است. گوش میانی حفره‌ای است نامنظم و محتوی هوا که در ضخامت استخوان گیجگاهی قرار دارد. از طرف جلو توسط لوله شنوایی به حلق مربوط می‌باشد. این فضا از مخاط پوشیده شده است و محتوی استخوانچه‌های گوش است که جدار خارجی آن را به جدار داخلی مربوط می‌کنند و ارتعاشات پرده صماخ را به گوش داخلی منتقل می‌کنند. گوش میانی محتوی سه استخوان کوچک است که مانند زنجیری با یکدیگر مفصل شده و متحرک می‌باشند. این استخوانها باعث رساندن ارتعاشات از گوش خارجی و انتقال دادن آن به پرده صماخ و سرتاسر گوش داخلی می‌شوند. این استخوانها هر سه از نوع متراکم بوده و فاقد حفره مغز استخوان می‌باشند. این استخوانها از خارج به داخل شامل چکشی ۱، سندان ۲ و رکابی ۳ می‌باشند. استخوان چکشی به سطح داخلی پرده صماخ چسبیده است و استخوان رکابی به محیط پنجره دهلیزی اتصال می‌یابد و استخوان سندان در بین آنها واقع شده و با آنها مفصل می‌شود (۳ و ۴).

حیوانات آزمایشگاهی بعنوان مهمترین ابزار در جهت آگاهی از مجهولات علوم بیومدیکال سهم بسزائی دارند زیرا از نظر اخلاقی ما نمی‌توانیم روش‌های نوین جراحی، تستهای دارویی، بررسی فرآورده‌های بیولوژیک، آرایشی و بهداشتی را بر روی انسان انجام دهیم. در این راستا تحقیقات خوب و مطمئن مرهون استفاده از حیوانات سالم می‌باشند و مبیایست به بیماری‌های مشترک انسان و دام و سلامتی کارکنان توجه ویژه‌ای نمود. امروزه مصرف حیوانات آزمایشگاهی بعنوان شاخص در

مقایسه امور پژوهشی کشورها با یکدیگر انجام می‌گیرد (۱۸). تحقیقات گسترده‌ای بر روی گوش پستانداران و حیوانات آزمایشگاهی صورت گرفته است (۱ و ۸). چونندگان به عنوان مدل‌های آزمایشگاهی در تحقیقات آناتومی، فیزیولوژی و اکولوژی کاربرد زیادی دارند. ساختمان گوش میانی بعضی از چونندگان مثل موش بیابانی یا جربیل (۱۵)، چونده‌ای کوچک شبیه سنجاب بنام چین چیل (سونگر و روزوسکی ۲۰۰۶)، موش قهوه‌ای نروژی (۶)، خوکچه هندی (۱۱) و همستر (۱۲) توسط محققین مورد مطالعه قرار گرفته است ولی هنوز اطلاعات ما در رابطه با مورفولوژی گوش میانی موش صحرائی که یکی از حیواناتی است که در اغلب تحقیقات بعنوان مدل آزمایشگاهی بکار می‌رود بسیار ناچیز است.

از دیدگاه علوم تجربی نقش حیوانات اعم از وحشی و اهلی بخصوص حیوانات آزمایشگاهی در پیشرفت علوم تجربی غیر قابل انکار است و دارای خدمات زیادی به انسان از این جنبه هستند. مطالعه گوش داخلی بیشتر در ابعاد نوروفیزیولوژیک قابل مقایسه است و امکانات زیادی هم لازم دارد. گوش خارجی وجه مهمی برای مقایسه ندارد ولی گوش میانی بعلا اهمیتش در انتقال صوت و وجوه آناتومیک زیاد بین حیوانات جهت این تحقیق برگزیده شد. با توجه به اینکه نقطه شروع در استفاده‌های کاربردی یک عضو، مطالعات آناتومیک و بررسی ساختارهای آن می‌باشد این تحقیق انجام گرفت. نتایج این تحقیق می‌تواند به عنوان دانش پایه در مباحث علوم پایه مورد استفاده دانش پژوهان قرار گیرد.

**مواد و روش کار**

جهت این تحقیق از ۱۰ عدد موش صحرائی بالغ نر با میانگین وزنی ۲۵۰ تا ۳۰۰ گرم استفاده شد. نمونه‌ها از موسسه رازی مشهد تهیه و به بخش آناتومی دانشکده دامپزشکی دانشگاه فردوسی مشهد منقل گردیدند.

میلیمتر تعیین گردید و دارای قسمت‌های سر، گردن، دسته و سه زائده عضلانی ۱۱، قدامی ۱۲ و جانبی ۱۳ بود (تصویر ۳). گردن استخوانچه چکشی نسبتاً طویل بوده و طول و عرض آن بترتیب ۰/۸۴ و ۰/۲۴ میلیمتر تعیین گردید. گردن رابط بین دسته و سر استخوانچه می‌باشد. دسته استخوان بر روی پرده صماخ قرار می‌گیرد و سر آن با بدنه استخوانچه سندان مفصل می‌گردد. زائده قدامی این استخوان نیزه‌ای شکل و بلندتر از دو زائده جانبی و عضلانی می‌باشد. طول زائده قدامی ۰/۱۱ میلیمتر تعیین گردید (تصویر ۳ و جدول ۱).

استخوانچه سندان از نظر شکل ظاهری مشابه دندانهای آسیا بوده که دارای دو ریشه می‌باشند. این استخوانچه از یک بدنه و دو پایک بلند ۱۴ و کوتاه ۱۵ تشکیل شده بود. طول کلی این استخوان  $1/18 \pm 0/04$  میلیمتر تعیین گردید. بدنه این استخوان بزرگ و ضخیم بوده و در سطح جانبی دارای سطح مفصلی جهت مفصل شدن با سر استخوانچه چکشی می‌باشد. میانگین طول و عرض این استخوان به ترتیب ۰/۶۱ و ۰/۵۰ میلیمتر تعیین گردید. پایک بلند در جهت خلفی شکمی و مجاور دسته استخوانچه چکشی قرار دارد و طول آن تقریباً دو برابر پایک کوتاه بود. در اندازه گیری میانگین طول آن به ترتیب در پایک بلند و کوتاه ۰/۷۸ و ۰/۳۰ میلیمتر تعیین گردید. استخوان عدسی بصورت یک استخوان کروی شکل و پهن وجود داشت که با انتهای پایک بلند استخوانچه سندان مفصل شده بود (تصویر ۴ و جدول ۱).

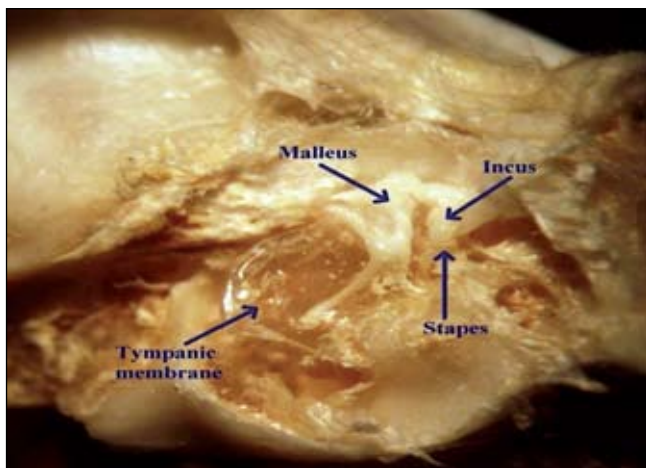
استخوانچه رکابی کوچکترین و عمقی ترین استخوانچه گوش میانی است. این استخوان مثلی شکل بوده و از قسمت‌های سر، قاعده، زائده عضلانی، پایک قدامی ۱۶ و پایک خلفی ۱۷ تشکیل شده است. سر این استخوان در سطح جانبی قرار دارد و با استخوان سندان که در انتهای پایک بلند استخوانچه سندان قرار دارد مفصل می‌شود. طول کل این استخوان  $0/03 \pm 0/0079$  میلیمتر تعیین گردید. اختلاف اندازه دو پایک خلفی و قدامی ناچیز بوده بطوری که طول پایک خلفی ۰/۵۷ میلیمتر و طول پایک قدامی ۰/۵۱ میلیمتر تعیین گردید. زائده عضلانی بسیار کوچک

پس از بیهوش و اتونایز نمودن حیوانات، جمجمه آنها طبق تکنیک‌های تهیه نمونه‌های تشریحی آماده گردید. ابتدا توپوگرافی استخوان گیجگاهی بر روی جمجمه در هر نمونه مشخص و در مرحله بعد استخوانچه‌های گوش میانی نمونه‌ها خارج گردید. پس از بررسی آناتومیکی هر استخوانچه گوش ابعاد و طول زوائد هر استخوانچه جداگانه اندازه‌گیری گردید. جهت بررسی نمونه‌ها از کولیس با دقت یک دهم میلیمتر و وسایل لازم جهت عکسبرداری استفاده شد. در انتها میانگین و انحراف معیار پارامترهای اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم افزار سیگما استات مورد آنالیز قرار گرفت.

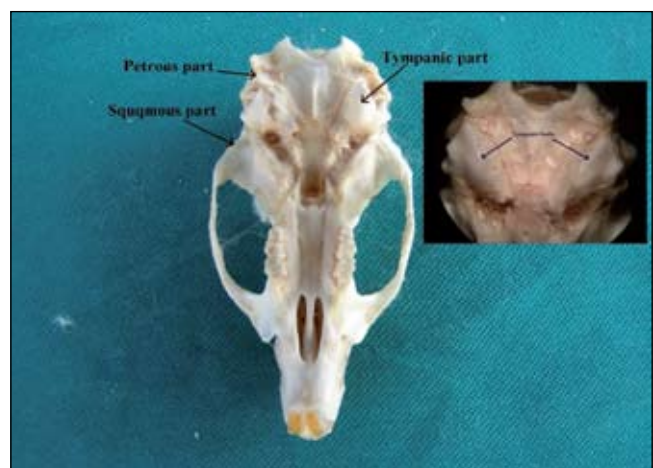
### نتایج

در موش صحرایی استخوان گیجگاهی مشابه سایر حیوانات از سه قسمت مسطح ۴، صماخی ۵ و زائده ای ۶ تشکیل شده است. این سه قسمت از نظر اندازه تقریباً مساوی هستند. حباب صماخی ۷ در موش صحرایی مخروطی شکل و کشیده است. قاعده مخروط در جهت خلفی جانبی قرار دارد و مجاور سوراخ شنوایی گوش واقع شده است. راس مخروط مجاور قسمت قاعده‌ای استخوان پروانه ای ۸ می‌باشد. میانگین ارتفاع حباب صماخی در موش صحرایی ۸ میلیمتر تعیین گردید که از سمت داخلی مجاور استخوان پروانه‌ای و از طرف دیگر مجاور زائده وداجی ۹ استخوان پس سری است. میانگین عرض حباب صماخی ۶ میلیمتر تعیین گردید. طول کانال شنوایی ۱/۵ - ۱ میلیمتر و دهانه آن نیز ۱/۵ - ۱ میلیمتر می‌باشد. جهت باز شدن کانال گوش در موش صحرایی در جهت جانبی می‌باشد (تصویر ۱).

تعداد استخوانچه‌های گوش میانی در موش صحرایی سه عدد بوده و همانند سایر جوندگان شامل استخوانچه‌های چکشی، سندان و رکابی می‌باشد (تصویر ۲). استخوان عدسی در گوش میانی موش صحرایی مشاهده گردید که بر روی پایک بلند استخوان سندان قرار گرفته بود (تصویر ۴). بزرگترین استخوانچه گوش میانی، استخوانچه چکشی بود که در سطح جانبی حفره صماخی قرار گرفته بود. طول کل این استخوان  $3/34 \pm 0/03$



تصویر ۲: طرز قرار گرفتن سه استخوانچه گوش را همراه با پرده صماخ در گوش میانی موش صحرایی نشان می‌دهد



تصویر ۱: جمجمه موش صحرایی را از سطح شکمی نشان می‌دهد که اجزای استخوان گیجگاهی در آن مشخص شده است

بیشتری دارند و به ترتیب ۴۷ و ۵۰ درصد اندازه آنها افزایش می‌یابد. در ۲۶ روزگی اندازه آنها مشابه حیوان بالغ می‌باشد (۲).

در همین زمینه با تحقیقی که بر روی استخوانچه‌های گوش میانی ده قطعه خرگوش نیوزیلندی انجام گرفته است به این نتیجه رسیدند که در خرگوش همانند انسان سه استخوانچه چکشی، سندان و رکابی همراه با استخوان عدسی شکل وجود دارد و در مقایسه اندازه جزئیات استخوانها در دو جنس نر و ماده و سمت چپ و راست، اختلاف معنی‌داری بین سمت چپ و راست مشاهده شد و اندازه‌های بدست آمده در سمت راست بزرگتر از سمت چپ مشاهده شد (۹). در انسان نیز در مطالعه‌ای که صورت گرفته است مشخص گردیده است که تغییرات مورفولوژیکی بین استخوانچه‌های گوش به سن، جنس و نژاد وابسته است (۱۶ و ۱۷). در مطالعه دیگری که بر روی مورفولوژی استخوانچه چکشی ۷۵ جسد بالغ انسان بصورت مقایسه‌ای در دو نژاد سیاه و سفید، دو جنس نر و ماده و سمت چپ و راست صورت گرفته است در نتایج حاصله بین دو نژاد و چپ و راست اختلاف معنی‌داری بیان شده است ولی بین دو جنس اختلاف حاصله معنی‌دار نبوده است (۱۳). همچنین در مقایسه استخوانچه‌های گوش میانی حیوانات آبری از جمله وال با انسان و حیواناتی که در خشکی

جدول شماره ۱: پارامترهای اندازه گیری شده در استخوانچه‌های گوش میانی موش صحرایی

نام استخوانچه گوش میانی	پارامتر اندازه گیری شده به میلیمتر	انحراف معیار $\pm$ میانگین
چکشی	طول کل	$3/34 \pm 0/03$
	طول گردن	$0/84 \pm 0/01$
	عرض گردن	$0/24 \pm 0/01$
	طول سر	$0/77 \pm 0/03$
	عرض سر	$0/43 \pm 0/02$
	طول دسته	$1/61 \pm 0/02$
	طول زائده جانبی	$0/06 \pm 0/008$
	طول زائده قدامی	$0/11 \pm 0/01$
	طول زائده غضلانی	$0/09 \pm 0/008$
	سدنانه	طول کل
قطر بزرگ بدنه		$0/61 \pm 0/01$
قطر کوچک بدنه		$0/50 \pm 0/01$
طول زائده بلند		$0/78 \pm 0/03$
طول زائده کوتاه		$0/30 \pm 0/03$
رکابی	طول کل	$0/79 \pm 0/03$
	طول سر	$0/11 \pm 0/005$
	عرض سر	$0/28 \pm 0/02$
	طول زائده قدامی	$0/57 \pm 0/01$
	طول زائده خلفی	$0/51 \pm 0/01$
طول قاعده	$0/66 \pm 0/01$	

بود و در محل اتصال پایک قدامی به سر مشاهده گردید. در بین دو پایک قدامی و خلفی فضای وجود دارد که توسط غشای سدادی ۱۸ پوشیده می‌شود (تصویر ۵ و جدول ۱).

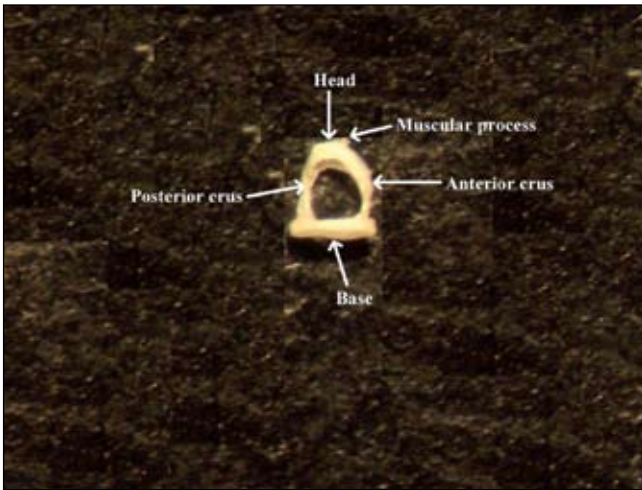
### بحث

نمونه‌های حیوانی در تحقیقات پزشکی که بر روی حس شنوایی صورت می‌گیرند کاربرد زیادی دارند لذا آگاهی داشتن از آناتومی گوش و سیستم شنوایی ضروری بنظر می‌رسد. برخلاف انسان، اندامهای حسی حیوانات از نظر اختلاف آناتومیکی و مورفولوژیکی کمتر مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته‌اند. در مطالعاتی که بر روی گوش میانی صورت گرفته است از نمونه‌های حیوانی خوکی هندی و موش صحرایی بیشتر استفاده شده است زیرا از نظر آناتومی و مورفولوژی گوش شباهت بیشتری به انسان دارند. بدلیل دستیابی بهتر به اجزای گوش موش صحرایی از سطح شکمی، این حیوان در تحقیقات شنوایی بیشتر مورد استفاده قرار گرفته است (۱۴).

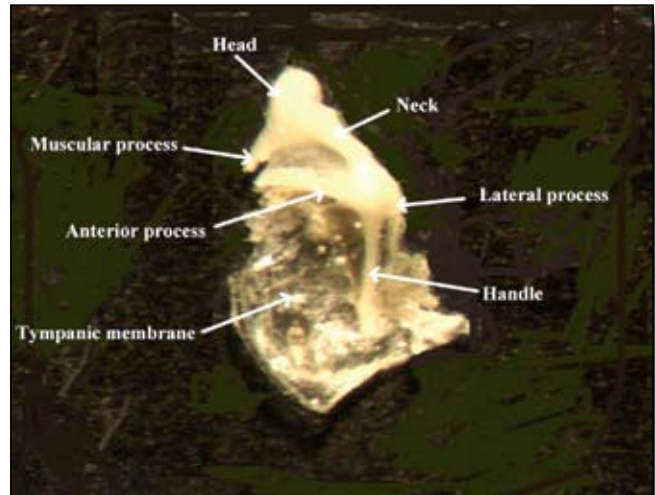
گوش میانی موش صحرایی از نظر محل قرار گرفتن، مجاورت و شکل نامنظم با حیوانات آزمایشگاهی دیگر مثل همستر، خوکی هندی و موش آزمایشگاهی مشابه بوده ولی ابعاد استخوانچه‌ها و نحوه قرار گرفتن اجزای استخوان گیجگاهی آنها باهم فرق می‌کند. بطور کلی در گوش میانی انسان و حیوانات سه استخوانچه بنامهای چکشی، سندان و رکابی وجود دارد که کار انتقال امواج صوتی را به گوش داخلی و تبدیل آنها را به انرژی مکانیکی بعهده دارند. در موش صحرایی طول کل استخوانچه چکشی  $3/34$  میلیمتر تعیین گردید ولی در همستر  $2/87$  میلیمتر (۱۲)، در خوکی هندی تقریباً مشابه موش صحرایی  $3/53$  میلیمتر (۱۱) گزارش شده است. سایر اجزای استخوانچه چکشی نیز در حیوانات مذکور دارای اندازه‌های متفاوت می‌باشند و بعضی از زوائد در حیوانات بخوبی رشد ننموده‌اند. در اغلب حیوانات سه استخوانچه گوش میانی بطور مجزا قرار دارند ولی در خوکی هندی دو استخوان چکشی و سندان باهم یکپارچه شده‌اند و یک استخوان را تشکیل می‌دهند (۱۱).

تحقیقات مختلفی بر روی استخوانچه‌های گوش میانی و اجزای استخوان گیجگاهی صورت گرفته است. گوش میانی انسان با دو حیوان اهلی سگ و اسب مشابه بوده ولی در حیوانات مذکور بجای هیپوتیمپان ۲۰ انسان، حفره صماخی ۲۱ وجود دارد که فضایی بزرگتر نسبت به هیپوتیمپان کوچک انسان است. بعنوان مثال: بزرگترین بعد گوش میانی در سگ حدود ۱۰ میلیمتر است در حالیکه در انسان در حدود ۱۵ میلیمتر می‌باشد. پرده صماخی در انسان، سگ و اسب بیضی شکل و دارای سه لایه است و در انسان اقطارش حدود ۸ و ۱۰ میلیمتر و در سگ بر حسب گونه اختصای با ابعاد ۵-۱۰ میلیمتر است. لوله استاش در انسان ۴-۵ سانتیمتر و در سگ ۵-۷ سانتیمتر است و در حالیکه در اسب طول لوله استاش بدون احتساب جیب حلقی ۲۲-۱۲-۱۰ سانتیمتر می‌باشد (۵ و ۷).

در بررسی روند تکاملی اندازه طول استخوان چکشی، زائده طویل استخوان سندان و صفحه پایه استخوان رکابی در یک نوع موش صحرایی در سنین مختلف پس از تولد با استفاده از ویدئومیکروگراف و تکنیک محاسبه کامپیوتری مشاهده گردیده است که زائده طویل سندان در  $3/5$  روزگی بعد از تولد اندازه آن ۳۰ درصد افزایش پیدا می‌کند و از  $0/5$  میلیمتر به  $0/65$  میلیمتر می‌رسد. زائده طویل چکشی و صفحه رکابی رشد نسبی



تصویر ۵: اجزای استخوان رکابی را در گوش میانی موش صحرائی نشان می‌دهد



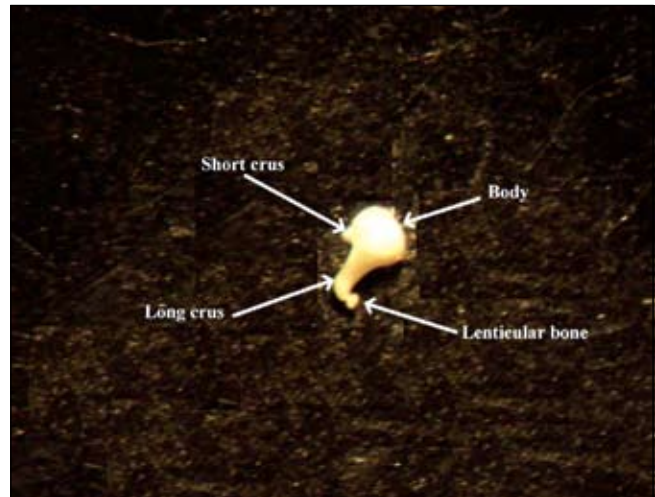
تصویر ۳: اجزای استخوان چکشی را همراه با پرده صماخ در گوش میانی موش صحرائی نشان می‌دهد

### قدردانی و تشکر

از معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد بخاطر تصویب طرح تحقیقاتی شماره ۱۴۳۵۱ و از آقای مجید زارع، کارشناس محترم بخش آناتومی بافت شناسی که در انجام این طرح همکاری نموده است تشکر و قدردانی می‌گردد.

### پاورقی‌ها

- |                       |                         |
|-----------------------|-------------------------|
| ۱- Malleus            | ۱۲- Anterior process    |
| ۲- Incus              | ۱۳- Lateral process     |
| ۳- Stape              | ۱۴ - Long crus          |
| ۴- Squamous part      | ۱۵ - Short crus         |
| ۵- Tympanic part      | ۱۶ - Anterior crus      |
| ۶- Petrous part       | ۱۷ - Posterior crus     |
| ۷- Tympanic bulla     | ۱۸ - Obturator membrane |
| ۸ - Sphenoid bone     | ۱۹- Tympanic membrane   |
| ۹ - Jugular process   | ۲۰ - Hypotympanum       |
| ۱۰ - Lenticular bone  | ۲۱ - Tympanic bulla     |
| ۱۱ - Muscular process | ۲۲ - Guttral pouch      |



تصویر ۴: اجزای استخوان سندان را همراه با استخوان عدسی در گوش میانی موش صحرائی نشان می‌دهد

زیست می‌کنند مشخص شده است که وزن و چگالی این استخوانچه‌ها در حیوانات آبی بسیار بیشتر از خشکی است. بنحوی که وزن این استخوانچه‌ها در وال ۲۰۰ برابر و چگالی آنها ۱۰ درصد بیشتر از انسان میباشد. در این تحقیق چگالی استخوانچه‌های گوش میانی اسب مشابه انسان ذکر شده است و پیشنهاد شده است که چگالی بالای استخوانچه‌های گوش میتواند به تیزهوشی حیوان نیز ارتباط داشته باشد (۱۰).

دقت در تصاویر استخوانچه‌های گوش همراه با اجزای هر استخوان و پارامترهای اندازه گیری شده در جدول ارائه شده مثل اندازه قسمتهای مختلف هر استخوانچه، وضعیت خاص اجزای استخوان گیجگاهی و با در نظر داشتن ساختمان گوشه‌های خارجی، میانی و داخلی میتواند توجیه کننده وضعیت شنوایی و دریافت امواج صوتی باشد و در اثبات بعضی از صفات رفتاری انسان یا حیوان کمک کند.

### منابع مورد استفاده

1. Aspinall, V and O'Reilly, M. (2004). Introduction to veterinary anatomy and physiology. 1st Edition. Butterworth – Heinemann. An imprint of Elsevier Limited. PP: 110-111.
2. Cohen, Y.E., Bacon, O.K., Saunders, J.C.(1992). Middle ear development: morphometric changes in the conducting apparatus of Mongolian gerbil. Hering Res. 62: 187 – 193.
3. Cunningham, J.G and Klein, B.G.(2007). Textbook of Veterinary Physiology.4th Edition, Elsevier Health Sciences.
4. Frandson, R.D., Wilke, W.L., Fails, A.D.( 2009). Anatomy and Physiology of Farm Animals. 7th Edition. Willy – Blackwell. PP: 192 – 198.
5. Getty, R. (1975). Sisson and grossman's the anatomy of the domestic animals.5th edi, Saunders , Vol 1&2.PP: 245-246,723,1204-1208.
6. Gratton, M.A., Bateman, K., Cannuscio, J.F., Saunders, J.C. (2008). Outer- and middle-ear contributions to presbycusis in the Brown Norway rat. Audiolo Neurootol. 13: 37-52.
7. Gray, H.( 2004). Gray's anatomy: the anatomical basis of medicine and surgery.39th edi, Churchill Livingstone, PP: 1821 – 1865.
8. Kristensen, F., Jacobsen, J.O.G., Eriksen, T. (1996). Otology in Cats and Dogs.1st edition. LEO, Stockholm.
9. Kurtul, I., Cervik, A., Bozkurt, E.U., Dursun, N. (2003). A detailed subgross morphometric study on the auditory ossicles of the New Zealand rabbit. Anat Histol Embryol. 32: 249 – 253.
10. Lees, S., Hanson, D.B., Page, E.A.(1996). Some acoustical properties of the otic process of fine Whale. J. Acoust. Soc. Am. 99: 2421 – 2427.
11. Mohammadpour, A.A. (2011). Morphometrical study of the temporal bone and auditory ossicles in guinea pig. Vet. Res. Forum. 2: 7 – 12.
12. Mohammadpour, A.A. (2012). Morphology and morphometrical study of hamster middle ear bones. IJVR. 35: 122-126.
13. Oschman, Z. and Meiring, J.H. (1991). A morphometric and comparative study of malleus. Acta Anatomica. 142: 60 – 61.
14. Pinilla, M., Ramírez-Camacho, R., Jorge, E., Trinidad, A., Vergara, J.( 2001). Ventral approach to the rat middle ear for otologic research. OTO - HNS. 124:515-7.
15. Ravicz, M.E., Cooper, N.P., Rosowski, J.J.(2008). Gerbil middle-ear sound transmission from 100 Hz to 60 kHz. J. Acoust. Soc. Am. 124: 363-80.
16. Sarrat, R., Torres, A., Guzman, A.G., Lostale, F., Whyte, J. (1992). Functional structure of human auditory ossicles. Acta Anatomica. 144: 189 – 195.
17. Sarrat, R., Garcia Guzman, A., Torres, A.(1998). Morphological variations of human ossicula tympani. Acta Anatomica. 131: 146 – 149.
18. Schanaider, A and Silva, P.C. (2004). The use of animals in experimental surgery. Acta Cir Bras.19, 441- 447.
19. Songer, J.E. and Rosowski, J.J.(2006). The effect of superior-canal opening on middle-ear input admittance and air-conducted stapes velocity in chinchilla. J. Acoust. Soc. Am, 120:258-69.

