

مقایسه پارامترهای کمی استخوان گیجگاهی و استخوانچه‌های گوش میانی در انسان، سگ و اسب

احمدعلی محمدپور^{۱*} و مهران عربی^{۲*}

خلاصه

در این تحقیق به منظور مقایسه ساختار گوش میانی انسان با سگ و اسب، از هر کدام از نمونه‌های انسان، اسب و سگ بالغ، پنج جمجمه در نظر گرفته شد. پس از برش دادن جمجمه‌ها و بررسی استخوان گیجگاهی و قسمت‌های گوش میانی، استخوانچه‌های چکشی، سندان و رکابی را خارج نموده و وزن و ابعاد مختلف این استخوان‌ها با استفاده از کولیس و ترازو اندازه‌گیری و ثبت گردید. نتایج نشان داد که استخوان گیجگاهی و گوش میانی انسان از نظر محل قرار گرفتن و مجاورت با اسب و سگ مشابه می‌باشد ولی از نظر بعضی از قسمت‌ها با این دو حیوان متفاوت می‌باشد. بطور مثال طول لوله استاش در انسان کوتاه‌تر بوده و هیپوتیمپان در انسان دارای فضای کمتری در مقایسه با حباب شنوایی در حیوانات می‌باشد. قطر و طول زائده و جنه‌ای قطعه مسطح در استخوان گیجگاهی اسب بیشتر از سگ و انسان بوده و قطعه صماخی اسب بر خلاف انسان دارای زائده عضلانی بزرگی می‌باشد. قطر داخلی کانال کاروتید در انسان بیشتر از اسب و سگ بود. شکل ظاهری سه استخوانچه گوش میانی با هم تقریباً مشابه بود. در مقایسه پارامترهای اندازه گرفته شده با استفاده از آزمون T-student مشخص گردید که وزن و طول زائده بزرگ استخوان چکشی در انسان و سگ مشابه بوده و پارامترهای قطر سر، طول کل و طول قسمت‌های دسته، سر و گردن و زائده کوچک دارای اختلاف معنی‌داری بودند ($P < 0.05$). استخوان چکشی در اسب در تمام پارامترها از انسان بزرگتر بود و در تمام فاکتورها اختلاف معنی‌دار داشتند ($P < 0.01$). در استخوان سندان، طول تنه+زائده بلند، طول تنه+زائده کوتاه و فاصله انتهایی دو زائده در انسان بزرگتر از سگ بودند. بین انسان و اسب فقط دو مورد طول تنه+زائده بلند و طول تنه+زائده کوتاه دارای اختلاف معنی‌داری بوده ($P < 0.01$) و در انسان بزرگتر از اسب بود. در استخوان رکابی، پارامترهای وزن، فاصله دو شاخک و طول صفحه قاعده‌ای بین انسان و سگ دارای اختلاف معنی‌داری بوده ($P < 0.01$) و در انسان بزرگتر از سگ بودند. بین انسان و اسب بجز موارد طول شاخک‌ها، طول و عرض صفحه قاعده‌ای، سایر فاکتورها دارای اختلاف معنی‌داری بودند.

کلمات کلیدی: آناتومی مقایسه‌ای، استخوان گیجگاهی، گوش میانی انسان، گوش میانی حیوانات اهلی

مقدمه

سه قسمت داخلی، میانی و خارجی تشکیل شده است. گوش میانی یا صندوق صماخ^۱ حفره‌ای است نامنظم و محتوی هوا که در ضخامت استخوان گیجگاهی قرار دارد. از طرف جلو توسط لوله شنوایی^۲ به حلق و از عقب توسط حفره فوق صماخی^۳ به غار پستانی^۴ و حجره‌های هوایی پستانی^۵ مربوط می‌باشد. این فضا از مخاط پوشیده

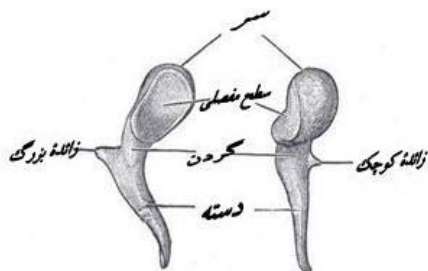
گوش یکی از پنج راه ارتباطی انسان با جهان بیرون است و یکی از پنج حس اصلی را شامل می‌شود و عمل آن یعنی شنیدن نقش مهمی در ارتباطات اجتماعی، تکامل مغزی و جسمی مخصوصاً گفتاری دارد. از طرف دیگر اعضای تعادلی بدن نیز در گوش تعبیه شده‌اند. گوش از

* دانشیار گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه فردوسی مشهد

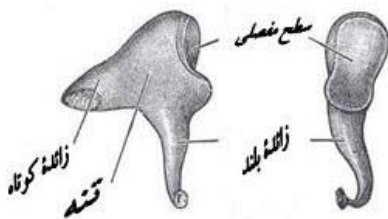
* دانشیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهرکرد

- 1- Cavum tympani
- 2- Auditory tube
- 3- Epitympanic recess
- 4- Mastoid antrum
- 5- Mastoid cells

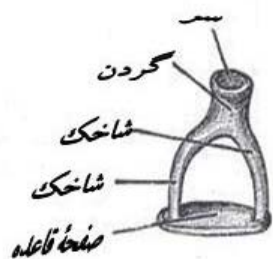
خدمات زیادی به انسان از این جنبه هستند و بعضی هم نام حیوان آزمایشگاهی بخود گرفته‌اند. به دلیل اینکه انسان گیاهخوار و گوشتخوار است سعی بر این شده است که جهت مقایسه از دو حیوان اسب و سگ که هر دو از هوش و شنوایی قویتری برخوردار هستند استفاده شود (۵).



الف) استخوانچه چکشی



ب) استخوانچه سندان



ج) استخوانچه رکابی

شکل ۱: جزئیات سه استخوانچه گوش میانی انسان را نشان می‌دهد (۷)

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 به علت اهمیتش در انتقال صوت و وجوه آناتومیکی زیاد بین انسان و حیوان جهت این تحقیق برگزیده شد. با توجه به اینکه نقطه شروع در استفاده‌های کاربردی یک

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. صندوق صماخ دارای دو قسمت حفره صماخی اصلی و حفره فوق صماخی است. در حفره فوق صماخی نیمه فوقانی استخوانچه چکشی و قسمت عمده استخوانچه سندان قرار گرفته است. صندوق صماخ محتوی سه استخوان کوچک به نام‌های چکشی^۱، سندان^۲ و رکابی^۳ است که مانند زنجیری با یکدیگر مفصل شده و متحرک می‌باشند. این استخوان‌ها از نوع مترکم بوده و فاقد حفره مغز استخوان می‌باشند و باعث رساندن ارتعاشات از گوش خارجی و انتقال دادن آن به پرده صماخ و سرتاسر گوش داخلی می‌شوند و امواج صوتی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کنند. استخوانچه چکشی بزرگتر از همه بوده و دارای سر و گردن، دسته و دو زائده است. سر آن صاف و تخم مرغی شکل بوده و در حفره فوق صماخی قرار دارد. قسمت خلفی این استخوان دارای سطح مقعر کوچکی است که با استخوان سندان مفصل می‌شود. گردن این استخوان در حفره فوق صماخی قرار دارد و دسته آن به طرف پایین و عقب کشیده شده است که بتدریج باریک می‌گردد. زوائد آن شامل زائده قدامی و خارجی است. استخوانچه سندان در عقب چکشی قرار دارد و دارای یک تنه مکعبی شکل، یک زائده بلند و یک زائده کوتاه است. استخوانچه رکابی بطور افقی بین سندان و دریچه بیضی^۴ قرار دارد و دارای قسمت‌های سر و گردن، پایه‌های خلفی و قدامی و قاعده بیضی شکل می‌باشد (شکل ۱)، (۱، ۴ و ۶).

از دیدگاه علوم تجربی نقش حیوانات اعم از وحشی و اهلی بخصوص حیواناتی مثل سگ، اسب، خرگوش در پیشرفت علوم تجربی غیر قابل انکار است و دارای

- 1 - Malleus
- 2 - Incus
- 3 - Stapes
- 4 - Oval window

عضو، مطالعات آناتومیکی و بررسی ساختارهای آن می باشد این تحقیق انجام گرفت. امید است در مراحل بعدی سایر مطالعات تکمیلی مقایسه گوش میانی بین انسان و سایر حیوانات صورت پذیرد.

مواد و روش کار

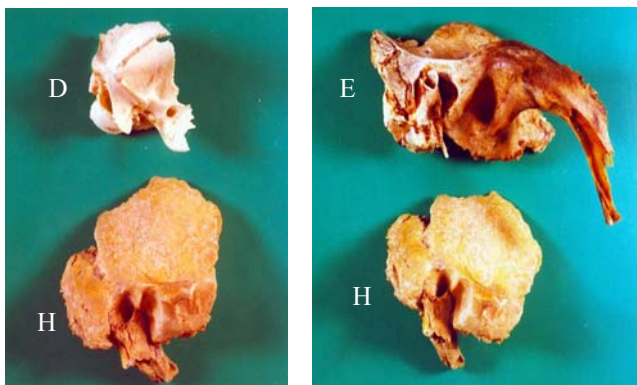
جهت این تحقیق از هر کدام از نمونه های انسان و دو حیوان اهلی سگ و اسب، پنج جمجمه بالغ تهیه گردید. ابتدا استخوان گیجگاهی هر نمونه را برداشته و پس از بررسی و اندازه گیری پارامترهای طول و قطر اجزاء هر قطعه از استخوان گیجگاهی، استخوانچه های گوش میانی آنها خارج گردید. در تهیه نمونه ها از اره برقی ویژه برش استخوان استفاده شد و جهت بررسی نمونه ها از ترازوی دقیق با دقت یک هزارم گرم و کولیس با دقت یک دهم میلی متر و وسایل لازم جهت عکسبرداری استفاده شد. پس از تهیه نمونه ها، فاکتورهایی از قبیل ابعاد، وزن، ضخامت و طول زوائد هر استخوانچه گوش در انسان و دو حیوان مذکور جداگانه اندازه گیری گردید و سپس نتایج بدست آمده در بین انسان و هر کدام از حیوانات از طریق آزمون آماری T-student بررسی و مقایسه گردید.

نتایج

استخوان گیجگاه انسان از نظر تعداد قطعات و مجاورت با استخوان های اطراف با دو حیوان اسب و سگ مشابه بوده و تفاوت های موجود در اندازه ساختارهای هر قطعه در جدول ۱ درج گردیده است. در قطعه مسطح^۱ که در سطح جانبی جمجمه قرار دارد طول زائده و جنه ای^۲ در اسب و سگ بسیار بلندتر از انسان می باشد. قطعه خارهای^۳ که در بین استخوان های پس سری، آهیانه ای و

قطعه صماخی قرار گرفته است توسط قطعه مسطح پوشیده شده است. در انسان مجرای شنوایی داخلی در سطح قدامی - فوقانی این قطعه قرار دارد ولی در اسب در قسمت تحتانی سطح داخلی آن قرار دارد. قطعه صماخی از مجرای شنوایی خارجی و حباب صماخی تشکیل شده است. در سگ حباب شنوایی بزرگ، بیضی شکل و کاملاً مشخص از ساختارهای اطراف می باشد ولی در اسب کوچک و نسبت به اطراف نامشخص می باشد. در انسان بجای حباب شنوایی فضایی بنام هیپوتیمپان وجود دارد. در اسب و سگ بر روی حباب شنوایی زائده عضلانی^۴ وجود دارد که به سمت قدامی کشیده شده است. این زائده در سگ بسیار کوچک می باشد (تصویر ۱).

استخوانچه های گوش میانی در انسان و دو حیوان فوق از نظر تعداد، زوائد، مفاصل و عملکرد مشابه بوده ولی از نظر وزن و اندازه های قسمت های مختلف هر استخوانچه با استخوانچه های دیگر با توجه به نوع حیوان متفاوت است که نتایج آن بصورت مقایسه ای در جداول ۲ تا ۴ و تصاویر ۲ تا ۴ ذکر گردیده است.



تصویر ۱: مقایسه شکل ظاهری استخوان گیجگاهی سگ (D)، انسان (H) و اسب (E) از سطح جانبی.

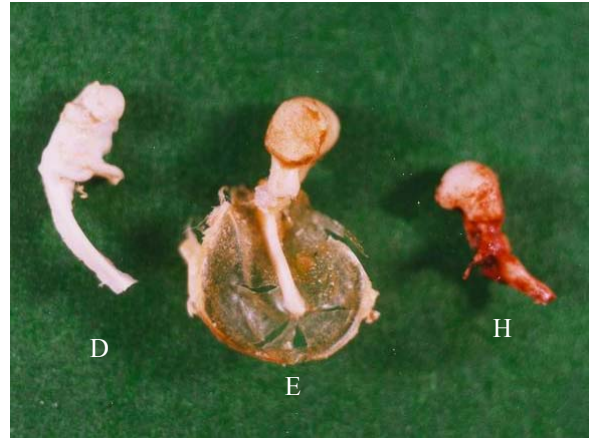
4- Muscular process

1- Squamous part
2- Zygomatic process
3- Petrous part

تقریباً دارای اندازه یکسانی بوده ولی پارامترهای قطر سر، طول کل و طول قسمت‌های دسته، سر و گردن و زائده کوچک دارای اختلاف معنی‌دار بودند ($P < 0/05$). پارامترهای طول سر و گردن، قطر سر در استخوانچه چکشی انسان بزرگتر از سگ بوده اما پارامترهای طول کل، طول دسته، طول زائده بزرگ و طول زائده کوچک در سگ بزرگتر از انسان بودند. در مقایسه وزن و ابعاد این استخوان بین انسان و اسب ملاحظه گردید اختلاف حاصله در تمام آنها معنی‌دار بوده ($P < 0/01$) و اندازه آنها در اسب بزرگتر از انسان می‌باشد (جدول ۲).

در استخوانچه سندان پارامترهای طول تنه + زائده بلند، طول تنه + زائده کوتاه و فاصله انتهایی دو زائده در انسان و سگ دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد ($P < 0/01$) و اندازه آنها در انسان بزرگتر از سگ است. در مورد پارامترهای وزن، عرض و ضخامت تنه اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. بین انسان و اسب نیز طول تنه + زائده بلند و طول تنه + زائده کوتاه دارای اختلاف معنی‌داری بوده ($P < 0/01$) و در انسان بزرگتر از اسب مشاهده گردیدند و در پارامترهای وزن، عرض تنه، ضخامت تنه و فاصله انتهایی دو زائده اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۳).

در استخوانچه رکابی پارامترهای وزن، فاصله دو شاخک و طول صفحه قاعده در انسان و سگ دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند ($P < 0/01$) و در انسان بزرگتر از سگ می‌باشند و در مورد پارامترهای طول کل، قطر سر، طول سر و گردن، طول شاخک‌ها و عرض صفحه قاعده‌ای اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بین انسان و اسب بجز پارامترهای طول شاخک‌ها و طول و عرض صفحه قاعده، سایر فاکتورها دارای اختلاف معنی‌داری بودند. به استثنای پارامترهای فاصله دو شاخک و طول صفحه قاعده، اندازه سایر پارامترهای وزن، طول کل، قطر سر، طول سر و گردن و عرض صفحه قاعده‌ای در اسب بیشتر از انسان می‌باشد (جدول ۴).



تصویر ۲: مقایسه شکل ظاهری استخوانچه چکشی انسان (H) با استخوان چکشی اسب (E) و سگ (D).



تصویر ۳: مقایسه شکل ظاهری استخوانچه سندان انسان (H) با استخوان سندان اسب (E) و سگ (D).



تصویر ۴: مقایسه شکل ظاهری استخوانچه رکابی انسان (H) با استخوان رکابی اسب (E) و سگ (D).

با توجه به جداول ۲ تا ۴ در مورد استخوانچه چکشی، پارامترهای وزن و طول زائده بزرگ در انسان و سگ

جدول ۱: مقایسه میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده در استخوان گیجگاهی انسان، سگ و اسب

اسب	سگ	انسان	پارامترهای اندازه‌گیری شده بر حسب میلی‌متر
۵۴/۹	۴۰/۶	۶۳/۴	قطر فوقانی - تحتانی در محاذات ریشه زائده و جنه‌ای
۹۱/۶	۵۸	۷۸	قطر قدامی - خلفی در محاذات سوراخ گوش خارجی
۵۲/۵	۳۰/۳	۶۷/۶	طول قطعه خارهای از پشت استخوان گیجگاهی تا نوک قطعه
۷/۶	۹/۴	۷	قطر سوراخ گوش خارجی
۷۳/۴	۵۴/۴	۶۵	قطر قدامی - خلفی قطعه مسطح
۱۶	۱۴	۱۸/۵	قطر داخلی - خارجی قطعه پستانی
۲۲/۴	۲۱	۲۳/۵	قطر فوقانی - تحتانی قطعه پستانی
۱۳	۱۴	۱۳/۲	طول زائده نیزه‌ای شکل
۶	۴	۱۱/۸	قطر داخلی کانان کاروتید
۳۵	۹/۸	۵/۲	قطر ریشه زائده و جنه‌ای
۱۰۳	۴۶/۸	۲۹	طول ریشه زائده و جنه‌ای

جدول ۲: مقایسه میانگین و انحراف معیار وزن و ابعاد استخوانچه چکشی انسان با سگ و اسب

مقدار P	انسان		مقدار P	سگ		پارامترهای اندازه‌گیری شده
	انحراف معیار	انحراف معیار		انحراف معیار	انحراف معیار	
۰/۰۰۲**	۳۸/۰±۰/۰۰	۲۵/۵±۰/۷۰۷	۰/۳۳	۲۲/۵±۰/۷۰۷	۲۵/۵±۰/۷۰۷	وزن (میلی‌گرم)
۰/۰۰۱**	۱۱/۰۴±۰/۰۰۷	۷/۱۷±۰/۰۳۵	۰/۰۰۱**	۹/۰۵±۰/۷۰۷	۷/۱۷±۰/۰۳۵	طول کل (میلی‌متر)
۰/۰۰۵**	۴/۶۵±۰/۰۷	۳/۶۵±۰/۰۷	۰/۰۱۴*	۳/۰۵±۰/۰۷	۳/۶۵±۰/۰۷	طول سر و گردن (میلی‌متر)
۰/۰۰۱**	۶/۳۴±۰/۰۰۷	۳/۶۵±۰/۰۷	۰/۰۰۱**	۶/۰۵±۰/۰۷	۳/۶۵±۰/۰۷	طول دسته (میلی‌متر)
۰/۰۱۹*	۳/۰۵±۰/۰۷	۲/۵۵±۰/۰۷	۰/۰۳*	۲/۱۵±۰/۰۷	۲/۵۵±۰/۰۷	قطر سر (میلی‌متر)
۰/۰۰۵**	۳/۰۵±۰/۰۷	۲/۰۵±۰/۰۷	۰/۳۱۲	۲/۲±۰/۰۷	۲/۰۵±۰/۰۷	طول زائده بزرگ (میلی‌متر)
۰/۰۰۳**	۲/۳۵±۰/۰۷	۱/۱۵±۰/۰۷	۰/۰۰۶**	۲/۰۵±۰/۰۷	۱/۱۵±۰/۰۷	طول زائده کوچک (میلی‌متر)

* معنی‌دار با $P < 0/05$

** معنی‌دار با $P < 0/01$

جدول ۳: مقایسه میانگین و انحراف معیار وزن و ابعاد استخوانچه سندان‌ی انسان با سگ و اسب

مقدار P	انسان		مقدار P	سگ		پارامترهای اندازه‌گیری شده
	انحراف معیار	انحراف معیار		انحراف معیار	انحراف معیار	
۱/۰۰	۳۵/۰±۷/۰۷	۳۲/۵±۷/۰۷	۰/۳۳	۱۵/۵±۶/۳۶	۳۲/۵±۷/۰۷	وزن (میلی‌گرم)
۰/۳۳	۳/۵۵±۰/۰۷	۳/۷۶±۰/۰۲	۰/۳۳	۲/۵۵±۰/۰۷	۳/۷۶±۰/۰۲	عرض تنه (میلی‌متر)
۰/۳۳	۲/۶۵±۰/۰۰۷	۲/۰۵±۰/۰۷	۰/۱۰۶	۱/۸۵±۰/۰۷	۲/۰۵±۰/۰۷	ضخامت تنه (میلی‌متر)
۰/۰۰۴**	۴/۲۵±۰/۰۷	۵/۳۵±۰/۰۷	۰/۰۰۱**	۳/۲۵±۰/۰۷	۵/۳۵±۰/۰۷	طول تنه + زائده بلند (میلی‌متر)
۰/۰۰۵**	۳/۴۵±۰/۰۷	۴/۴۵±۰/۰۷	۰/۰۰۲**	۲/۹۵±۰/۰۷	۴/۴۵±۰/۰۷	طول تنه + زائده کوتاه (میلی‌متر)
۱/۰۰	۵/۰۵±۰/۰۷	۵/۰۵±۰/۰۷	۰/۰۰۳**	۳/۷۵±۰/۰۷	۵/۰۵±۰/۰۷	فاصله انتهای دو زائده (میلی‌متر)

** معنی‌دار با $P < 0/01$

جدول ۴: مقایسه میانگین و انحراف معیار وزن و ابعاد استخوانچه رکابی انسان با سگ و اسب

مقدار P	انسان		مقدار P	سگ		پارامترهای اندازه‌گیری شده
	انحراف معیار± میانگین	انحراف معیار± میانگین		انحراف معیار± میانگین	انحراف معیار± میانگین	
۰/۰۰۱**	۰/۵۵±۰/۰۷	۲/۵۵±۰/۰۰۷	۰/۰۰۱**	۰/۱۵۰±۰/۰۷	۲/۵۵±۰/۰۰۷	وزن (میلی‌گرم)
۰/۰۰۳**	۳/۶۵±۰/۰۷	۲/۴۵±۰/۰۷	۱/۰۰	۲/۴۵±۰/۰۷	۲/۴۵±۰/۰۷	طول کل (میلی‌متر)
۰/۰۳*	۱/۲۵±۰/۰۷	۰/۸۵±۰/۰۷	۰/۲۹	۰/۷۵±۰/۰۷	۰/۸۵±۰/۰۷	قطر سر (میلی‌متر)
۰/۰۱۹*	۱/۰۵±۰/۰۷	۰/۵۵±۰/۰۷	۱/۰۰	۰/۵۵±۰/۰۷	۰/۵۵±۰/۰۷	طول سر و گردن (میلی‌متر)
۱/۰۰	۱/۸۵±۰/۰۷	۱/۸۵±۰/۰۷	۰/۱	۱/۶۵±۰/۰۷	۱/۸۵±۰/۰۷	طول شاخک‌ها (میلی‌متر)
۰/۰۱۴*	۱/۴۵±۰/۰۷	۲/۰۵±۰/۰۷	۰/۰۰۸**	۱/۲۵±۰/۰۷	۲/۰۵±۰/۰۷	فاصله دو شاخک روی صفحه قاعده‌ای (میلی‌متر)
۰/۱	۲/۸۵±۰/۰۷	۳/۰۵±۰/۰۷	۰/۰۰۵**	۲/۰۵±۰/۰۷	۳/۰۵±۰/۰۷	طول صفحه قاعده‌ای (میلی‌متر)
۰/۲۹	۱/۴۵±۰/۰۷	۱/۳۵±۰/۰۷	۰/۰۵۱	۱/۰۵±۰/۰۷	۱/۳۵±۰/۰۷	عرض صفحه قاعده‌ای (میلی‌متر)

* معنی‌دار با $P < 0/05$

** معنی‌دار با $P < 0/01$

بحث

در انسان و هر دو حیوان مورد آزمایش استخوانچه‌های گوش میانی از نظر شکل، تعداد زوائد و محل چسبیدن رباطات تقریباً با هم مشابه می‌باشند دقت در جداول ارائه شده و وجود اختلافات خاصی مثل وزن استخوانچه‌ها، اندازه قسمت‌های مختلف هر قطعه، وضعیت خاص استخوان گیجگاهی و با در نظر داشتن ساختمان میکروسکوپی گوش‌های خارجی، میانی و داخلی می‌تواند توجیه‌کننده وضعیت شنوایی و دریافت امواج صوتی باشد و در اثبات بعضی از صفات رفتاری انسان یا حیوان کمک کند. بعنوان مثال بزرگتر بودن قطر ورودی گوش خارجی در قسمت استخوانی نمونه استخوان گیجگاهی سگ (۲) می‌تواند نشان دهنده قوی بودن قوه سامعه در این حیوان باشد و یا بزرگتر بودن قابل ملاحظه قطر کانال کاروتید انسانی (۱۳) نسبت به نمونه‌های حیوانی، اهمیت خون‌رسانی مغز انسان را نشان می‌دهد و می‌تواند در افزایش قدرت درک انسانی مؤثر باشد.

در همین زمینه Kurtul و همکاران (۲۰۰۳) با تحقیقی که بر روی استخوانچه‌های گوش میانی ده قطعه خرگوش نیوزیلندی انجام دادند به این نتیجه رسیدند که در خرگوش همانند انسان سه استخوانچه چکشی، سندان و

گوش میانی انسان از نظر محل قرار گرفتن، مجاورت، شکل نامنظم و فضای صماخی^۱ و زائده فوق صماخی^۲ با دو حیوان اهلی سگ و اسب مشابه بوده ولی در حیوانات مذکور بجای هیپوتیمپان^۳ انسان، حباب صماخی^۴ وجود دارد که فضایی بزرگتر نسبت به هیپوتیمپان کوچک انسان است. بعنوان مثال: بزرگترین بعد گوش میانی در سگ حدود ۱۰ میلی‌متر است در حالی که 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 اختصاصی با ابعاد ۱۰-۵ میلی‌متر است. لوله استاش در انسان ۵-۴ سانتی‌متر و در سگ ۷-۵ سانتی‌متر است و در حالی که در اسب طول لوله استاش بدون احتساب جیب حلقی^۵ ۱۲-۱۰ سانتی‌متر می‌باشد (۶ و ۷).

- 1- Tympanic cavity
- 2- Epitympanic recess
- 3- Hypotympanum
- 4- Tympanic bulla
- 5- Guttral pouch

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 (۹).

در بررسی روند تکاملی اندازه طول استخوان چکشی، زائده طویل استخوان سندان و صفحه پایه استخوان رکابی در یک نوع موش صحرائی در سنین مختلف پس از تولد با استفاده از ویدئومیکروگراف و تکنیک محاسبه کامپیوتری مشاهده گردیده است که زائده طویل سندان در ۳/۵ روزگی بعد از تولد اندازه آن ۳۰ درصد افزایش پیدا می‌کند و از ۰/۵ میلی‌متر به ۰/۶۵ میلی‌متر می‌رسد. زائده طویل چکشی و صفحه رکابی رشد نسبی بیشتری دارند و به ترتیب ۴۷ و ۵۰ درصد اندازه آنها افزایش می‌یابد. در ۲۶ روزگی اندازه آنها مشابه حیوان بالغ می‌باشد (۳).

دقت در ارقام جداول ارائه شده و وجود اختلافات خاصی مثل وزن استخوانچه‌ها، اندازه قسمت‌های مختلف هر قطعه، وضعیت خاص استخوان گیجگاهی و با در نظر داشتن ساختمان گوش‌های 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.

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 (۸). در انسان نیز در مطالعه‌ای که توسط Sarrat و همکاران (۱۹۹۲) و (۱۹۹۸) صورت گرفته است مشخص گردیده است که تغییرات مورفولوژیکی بین استخوانچه‌های گوش به سن، جنس و نژاد وابسته است (۱۱ و ۱۲). در مطالعه دیگری که توسط Meiring و Oschman (۱۹۹۱) 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 (۱۰). همچنین در مقایسه استخوانچه‌های گوش میانی حیوانات آبری از جمله وال با انسان و حیواناتی که در خشکی زیست می‌کنند مشخص شده است که وزن و چگالی این استخوانچه‌ها در حیوانات آبری بسیار بیشتر از خشکی است. به نحوی که وزن این استخوانچه‌ها در وال ۲۰۰ برابر و چگالی آنها ۱۰ درصد بیشتر از انسان می‌باشد. در این تحقیق چگالی

منابع

- 1- Bowden, R. (1977). Development of middle ear and external ear in man . Proceeding of Royal Society of Medicine. 70: 807 – 815.
- 2- Boyd, J.S.; Paterson, C. and May, A.H. (2001). Color atlas of clinical anatomy of the dog and cat. 2nd ed. Mosby. pp: 15-26.
- 3- Cohen, Y.E.; Bacon, O.K. and Saunders, J.C. (1992). Middle ear development: morphometric changes in the conducting apparatus of Mongolian gerbil . Hering Research. 62: 187 – 193.
- 4- Dyce, K.M.; Sack, W.O. and Wensing, C. J.G. (1996). Text book of veterinary anatomy . 2nd ed. Saunders. pp: 342-345.
- 5- Fleischer, G. (1978). Evolutionary principles of the mammalian middle ear. Advances in Anatomy, Embryology and Cell Biology. 55: 1-70.
- 6- Getty, R. (1975). Sisson and grossman's the anatomy of the domestic animals .5th edi, Saunders, Vol. 1 and 2, pp: 245-246, 723, 1204-1208.
- 7- Gray, H. (2004). Gray's anatomy: the anatomical basis of medicine and surgery .39th ed. Churchill Livingstone, pp: 1821 – 1865.
- 8- Kurtul, I.; Cervik, A.; Bozkurt, E.U. and Dursun, N. (2003). A detailed subgross morphometric study on the auditory ossicles of the New Zealand rabbit. Anatomia Histologia Embryologia. 32: 249 – 253.

9- Lees, S.; Hanson, D.B. and Page, E.A. (1996). Some acoustical properties of the otic process of fine Whale. *Journal of the Acoustical Society of America*. 99: 2421 – 2427.

10- Oschman, Z. and Meiring, J.H. (1991). A morphometric and comparative study of malleus. *Acta Anatomica*. 142: 60 – 61.

11- Sarrat, R.; Garcia Guzman, A. and Torres, A. (1998). Morphological variations of human ossicula tympani. *Acta Anatomica*. 131: 146 – 149.

12- Sarrat, R.; Torres, A.; Guzman, A.G.; Lostale, F. and Whyte, J. (1992). Functional structure of human auditory ossicles. *Acta Anatomica*. 144: 189 – 195.

13- Tonndorf, J. and Khanna, S.M. (1970). The role of the tympanic membrane in middle ear transmission. *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology*. 79: 743- 753.