کالبدشناسی ماکروسکوپیک مفصل قلم پایی - بندانگشتی در شترمرغ

- **پیام رازقی‌طهرانی:** دانشکده علوم دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم وتحقیقات، تهران، ایران، صندوق‌پستی: ١٤٥١٥-٧٧٥
- **حسن گیلانپور***: دانشکده علوم دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم وتحقیقات، تهران، ایران، صندوق‌پستی: ١٤٥١٥-٧٧٥

تاریخ دریافت: آذر ١٣٩٥ تاریخ پذیرش: اسفند ١٣٩٥

چکیده

در شترمرغ (*Struthio camelus*)، تمام نیروی وزن حالت استاده توسط انگشتان اندام حرکتی لگنی تحمل شده به‌طوری‌که بیش‌ترین فشار بر مفصل قلم پایی - بند انگشتی وارد می‌گردد. در این تحقیق ساختار آناتومیکی این مفصل به‌طور ماکروسکوپیک مطالعه شد. در این تحقیق ٢٥ قطعه اندام لگنی شترمرغ تهیه شد و پس از فیکس شدن در فرمالین ١٠٪ به‌دقت مورد بررسی و تشریح قرار گرفتند. برای تهیه آرتروگراف، ٤ سی‌سی ماده حاجب هر یک از مفاصل قلم پایی - بند انگشتی مرتبط با انگشت ٣ و ٤ از سمت میانی به تزریق شد و در حالت گماری DP و LM تصویربرداری پرتونگاری تهیه شد. در بررسی ماکروسکوپیک، فاسیای سطحی دور تا دور مفصل قلم پایی - بند انگشتی و لیگامنت پلانتار را گرفته و با فاسیای تاندون‌های خم‌کننده ممزوج می‌گردد. فاسیای عمقی که شامل دو لایه سطحی و عمقی می‌باشد به لیگامنت‌های مفصل قلم پایی - بند انگشتی مرتبط و متصل می‌باشد. لیگامنت پلانتار باعث حفظ ساختار مفصل قلم پایی - بند انگشتی در سطح کف پایی شده و لیگامنت‌های متعددی به بالشتک‌های کف پایی متصل می‌شوند که سبب حرکت راحت‌تر انگشتان می‌گردند. استخوان تارسومتاتارس دوم از ٩٠ روزگی به بعد با استخوان‌های قلم پای ٣ و ٤ جوش خورده و به‌صورت یک زائده باقی می‌ماند. آرتروگرافی هیچ ارتباط بین مفصل‌های قلم پایی - بند انگشتی سه و چهار نشان نداد و کاملاً مستقل هستند. هم‌چنین ته کیسه‌ها کاملاً قابل تشخیص می‌باشند.

کلمات کلیدی: شترمرغ، مفصل قلم پایی- بندانگشتی، آناتومی

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: hg.vet.anatomy@gmail.com

مقدمه

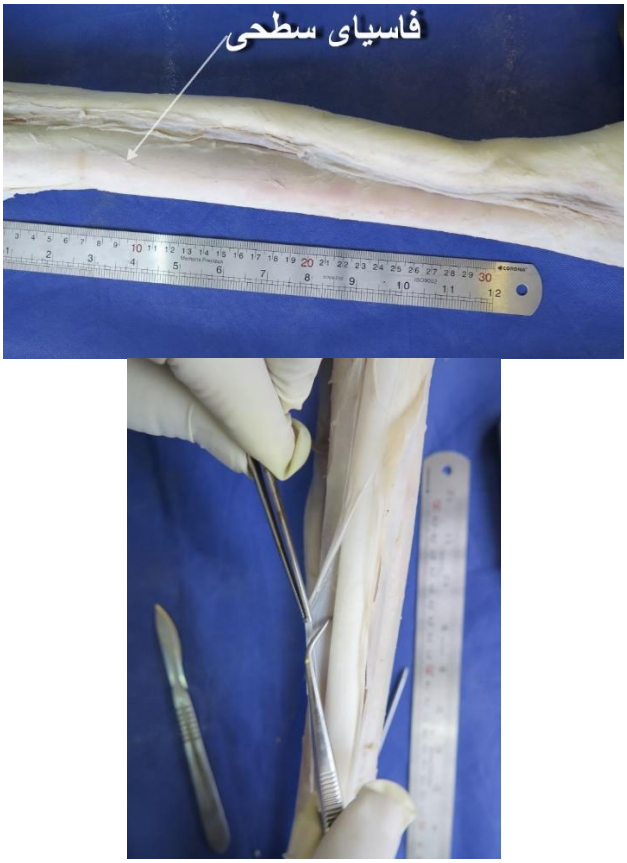
شترمرغ (*Struthio camelus*) جزء پرندگان دوانگشتی بزرگ‌جثه است که قادر به پرواز کردن نیست. این پرنده با ساختار بدنی که دارد می‌تواند با سرعت بالایی بالغ بر پنجاه کیلومتر بر ساعت حرکت کند (بدود)، و تا نیم‌ساعت با صرف انرژی کم این سرعت را حفظ کند. در سنین بالغ، وزن پرنده به‌طور متوسط به بیش از یک صد و پنجاه کیلوگرم می‌رسد. بنابراین ساختار و عملکرد اندام حرکتی لگنی بایستی از یک ویژگی حرکتی برخوردار باشد (Schaller و همکاران، ۲۰۰۹). با توجه به دو انگشتی بودن اندام لگنی، تمام نیروی وزن در حالت ایستاده توسط انگشتان تحمل شده و فشار زیادی بر انتهای اندام حرکتی لگنی این پرنده وارد می‌شود به‌طوری‌که بیش‌ترین فشار وارده بر مفصل قلم پایی- بندانگشتی است (Cooper، ۲۰۰۸). از طرف دیگر، اختلالات اندام حرکتی لگنی (انگشت پیچیده، شاخی شدن کف پا، زائده پایی، پیچش استخوان، پاکمانی، مفصل‌های متورم و...) شترمرغ در طول رشد این حیوان از اهمیت ویژه‌ای در میزان بهره‌وری آن به‌خصوص در مولدها که تا بیش از پنج سال نگه‌داری آن‌ها صورت می‌گیرد برخوردار است. بنابرین آگاهی از ویژگی‌های آناتومیکی استخوان‌های تشکیل‌دهنده مفصل قلم پایی-بندانگشتی در تشخیص جراحات، بیماری‌ها و ناهنجاری‌های آن و اقدامات درمانی لازم و رضایت‌بخش مهم و ضروری است. مفصل یا بندگاه محلی است که دو یا چند استخوان و یا استخوان و غضروف و یا غضروف‌ها به یکدیگر رسیده‌و با ساختارهائی از قبیل تاندون‌ها‌و رباط‌ها به‌هم‌متصل می‌شوند (Nickel و همکاران، ۱۹۸۶). مطالعه گذشته نشان می‌دهد که تنوع ساختاری خاصی در مفاصل حیوانات مختلف قابل مشاهده است. درگذشته، خصوصیات آناتومیکی مفاصل مختلف شترمرغ از جمله مفصل کتف وآرنج (Belu و همکاران، ۲۰۰۹)، مفصل زانو (Chadwick و همکاران، ۲۰۱۴) و مفصل بین مچ‌پایی (Schaller‌وهمکاران، ۲۰۰۹) بررسی‌شده است. در ساختار مفصل قلم پایی-بندانگشتی شترمرغ که موضوع‌موردبررسی این تحقیق می‌باشد ساختار ویژه‌ای وجود دارد که در برخی‌منابع تحت‌عنوان پلانتار لیگامنت نامیده‌شده‌است. این لیگامنت ویژگی‌منحصربه‌فردی‌به‌ساختار‌این‌مفصل و هم‌چنین عملکرد آن داده است.دراین مطالعه سعی شده است، ساختار این مفصل در گروه‌های سنی تعریف شده و تغییرات آن در طول رشد مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش:

در این مطالعه ۲۵ قطعه شترمرغ در گروه های سنی مختلف (۵-۱روزگی،۵±۳۰روزگی، ۱۰±۹۰روزگی، ۲۰±۲۰۰روزگی‌وبالای یک سال با حفظ محدوده وزنی) از مزرعه کشت و صنعت میثاق تهیه شد. به‌نحوی که نمونه‌های گروه اول با متوسط وزنی ۱/۱ کیلوگرم، گروه دوم با متوسط وزنی ۱/۵ کیلوگرم، گروه سوم ۱۵ کیلوگرم، گروه چهارم ۶۰ کیلوگرم و گروه آخر با متوسط وزنی ۱۰۵ کیلوگرم با جیره غذایی پرواری بودند. جهت مطالعه کالبدشناسی، در ابتدا قلم پای پرندگان از نظر صحت و سلامت مورد معاینه واقع شد. پس از اطمینان از عدم وجودهرگونه ضایعه‌ای پس ازکشتار،قلم پا ازناحیه مفصل اینترتارسال جدا و بعد از برچسب‌گذاری جهت مشخص بودن سن آن‌ها در فرمالین ۱۰٪ نگه‌داری‌شد.نمونه‌ها‌پس از فیکس‌شدن به سالن‌تشریح دانشکده دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات منتقل و مورد تشریح با تاکید بر موضع مفصل قلم پایی-بندانگشتی قرار گرفتند. وسایل‌مورد استفاده در تشریح نمونه‌ها عبارتند از:دسته‌وتیغ اسکالپل، پنس هموستات و دندان‌موشی، شان یک‌بار مصرف، خط‌کش، برپسب، دوربین عکاسی CANON مدل G۱۶، فرمالین ۱۰٪، کولیس ورنیه، اره و لوپ. هم‌چنین به‌منظور بررسی ته‌کیسه‌های مفصل قلم پایی-بند انگشتی یک جفت قلم پای شترمرغ ۲۱۵ روزه سالم و بدون علائم بیماری‌اندام‌حرکتی (لنگش)وناهنجاری به بخش‌رادیولوژی بیمارستان حیوانات خانگی دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران ارسال شد. ابتدا قلم‌پای راست توسط نخی به‌حالت Extention که نشان‌دهنده وضعیت وزن‌گیری وحالت ایستادگی حیوان درموقعیت‌طبیعی‌است‌در دو حالت گماری Lateromedial(LM)وDorsoplantar (DP) مورد تصویربرداری پرتونگاری دیجیتال قرار گرفت. سپس در قلم پای سمت چپ بدون این‌که حالت Extention ایجاد شود تصویرهای LM و DP تهیه شد. در مرحله بعد ابتدا در همان قلم پای Overextend به‌میزان ۴ سی‌سی ماده‌حاجب(Medium contrast)بانام تجاری Omnipaque با دوز ۳۰۰ میلی‌گرم/میلی‌لیتر به‌وسیله‌اسکالپ‌باگیج ۲۱G*۳/۴اینچ‌داخل مفصل قلم پایی-بندانگشتی مرتبط با انگشت ۳ از سمت میانی به‌سختی تزریق‌شدودرحالت گماری DP و ایستاده تصویربرداری پرتونگاری اخذ و یک تصویر هم با حالت گماری LM تهیه شد. سپس قلم پا از حالت Overextend خارج شده و ۴/۵ سی‌سی دیگر ماده حاجب این بار با سرعت بیش‌تر در همان موضع قبلی بدون خارج کردن اسکالپ تزریق شد و مجموع ماده تزریق شده به ۸/۵ سی‌سی رسید. در مرحله بعد اسکالپ خارج و تصویربرداری انجام شد. در ارتباط با انگشت ۴ نیز به‌میزان ۴ سی‌سی ماده حاجب تزریق شد و تصویربرداری با حالت گماری‌های LM و DP انجام گرفت. جهت تهیه قالب توسط ماده لاتکس از همین موضع‌ها در مفصل قلم پایی-بند انگشتی تزریق شد.

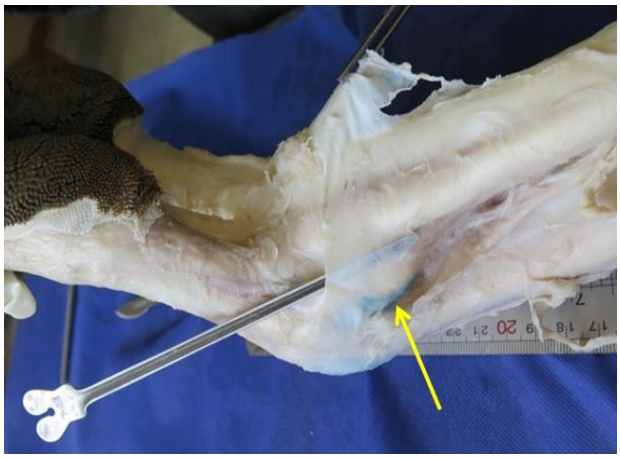
نتایج

تمام‌نمونه‌هادر گروه‌های سنی ذکر شده از انتهای بالایی استخوان قلم پایی مورد تشریح قرار گرفتند. پس از برداشتن پوست در سطح پشتی استخوان قلم پا، نخستین ساختار مورد مشاهده شده، فاسیای زیرجلدی بود که از دولایه سطحی و عمقی تشکیل شده بود (شکل ۱).

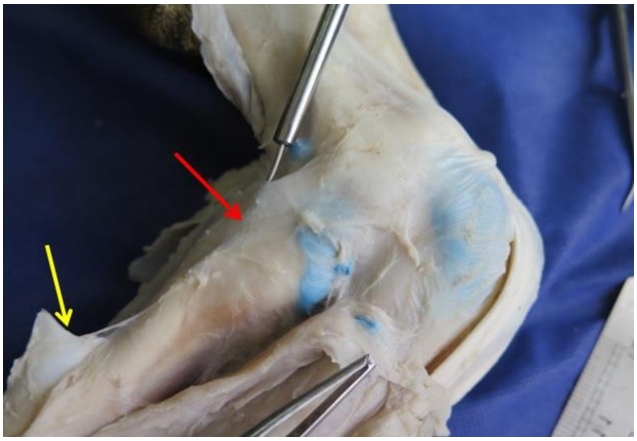


شکل ۱: فاسیای سطحی (بالایی) و عمقی (پایینی) قلم پای شتر مرغ ۲۱۵ روزه

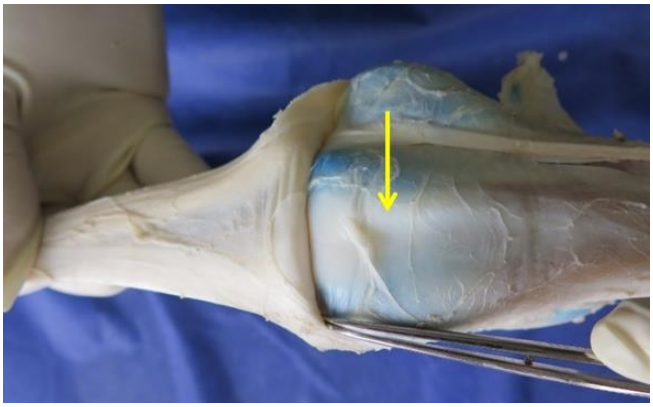
در سطح فاسیای سطحی زیرجلدی سیاهرگ سطحی قلم پایی از کنار مفصل قلم پایی-بندانگشتی متمایل به سطح کف پایی عبور کرده و در زیر فاسیای سطحی قابل مشاهده می‌باشد(شکل ۲). فاسیای عمقی دور تا دور تاندون‌های بازکننده و نیز در سطح کف پایی دور تا دور تاندون‌های خم‌کننده را پوشانده و در ۱/۳ تا ۱/۴ انتهایی استخوان قلم پا در حدود ۱۰ سانتی‌متری ابتدای لیگامنت پلانتار به دو لایه سطحی و عمقی تبدیل می‌شود(شکل ۳). قابل ذکر است که در گروه‌های سنی پایین این وضعیت قابل مشاهده نبود. فاسیای سطحی در مشاهده کالبدشناسی ماکروسکوپیک حالت فیبروزه داشته و در نزدیکی مفصل قلم پایی-بندانگشتی یک دسته فیبر به‌صورت تاندون باریکی به سمت مدیال انگشت ۳در سطح پشتی میانی پشتی میانی لیگامنت پلانتار می‌فرستد. این ساختار به‌وجود آمده به لیگامنت کلترال مدیال مفصل قلم پایی-بندانگشتی متصل می‌شود. فاسیای سطحی در سطح پشتی، تاندون‌های بازکننده عبوری از مفصل قلم پایی-بندانگشتی را پوشانده و در نهایت به فاسیای عمقی که به رتیناکولوم این تاندون‌ها متصل هست، می‌چسبد. شایان ذکر است فاسیای سطحی با فاسیای سطحی مفصل قلم پایی-بندانگشتی یکی می‌شود. بنابراین در سمت کف پایی فاسیای عمقی رتیناکولوم تاندون‌های بازکننده وجود دارد که دور تا دور این تاندون‌ها را می‌پوشاند.لایه عمقی فاسیای عمقی صفحه‌ای را تشکیل می‌دهد که احتمالاً در تشکیل غلاف سینوویال (شکل ۴) دخالت دارد. فاسیای عمقی علاوه بر سمت میانی، در سمت جانبی روی مفصل قلم پایی-بندانگشتی ۴ را نیز می‌پوشاند. فاسیای سطحی علاوه بر این که تاندون‌های بازکننده در سطح پشتی استخوان قلم پا را پوشانده از سطح کف پایی با فاسیای پوشاننده تاندون های خم کننده متصل و یکی می شود. به طور کلی فاسیای سطحی دور تا دور مفصل قلم پایی-بندانگشتی و لیگامنت پلانتار را گرفته و همان‌طور که گفته شد با فاسیای تاندون‌های خم‌کننده ممزوج می‌گردد. فاسیای عمقی که شامل دو لایه سطحی و عمقی می‌باشد به لیگامنت‌های مفصل قلم پایی-بندانگشتی مرتبط و متصل می‌باشد. لایه سطحی فاسیای عمقی با آنولار لیگامنت در سطح کف‌پایی یکی‌شده در سمت پایینی لیگامنت پلانتار این لایه سطحی از فاسیای عمقی تشکیل یک ساختار تاندونی می‌دهد که به سمت میانی انگشت ۳ حرکت می‌کند.



شکل۲: سیاهرگ سطحی (فلش) قلم پای شتر مرغ ۲۱۵ روزه



شکل ۳: دو لایه سطحی (فلش زرد) و عمقی (فلش قرمز) فاسیای عمقی مفصل قلمی- بندانگشتی شتر مرغ ۲۱۵ روزه



شکل ۴: فاسیای عمقی قلم پای شتر مرغ ۲۱۵ روزه، فلش: کیسه سینوویال مفصل قلمی- بندانگشتی

این لایه به آنولار لیگامنت مفصل متصل بوده و با حرکت به‌طرف جانب با تاندون مربوط به انگشت ۴ ادامه یافته و به پلانتار لیگامنت انگشت ۴ ملحق می‌گردد. شایان ذکر است که آنولار لیگامنت در این نقطه که در سطح کف پایی مفصل قرار دارد حاوی یک کیسه سینوویال نیز می‌باشد. به‌طورکلی، فاسیای عمقی در سطح پشتی مفصل قلم پایی-بندانگشتی ۳ و ۴ را به‌طور کامل پوشانده است. از آنولار لیگامنت پوشاننده تاندون‌های خم‌کننده انگشت ۴ یک‌سری فیبرهایی خارج شده و به‌سمت جانبی برجستگی جانبی بند فوقانی انگشت ۴ رفته و به آنولار لیگامنت و ته کیسه‌ای که زیر پلانتار لیگامنت است اتصالی‌هایی دارد.

در بررسی آرتروگرافیک مشخص شد، کپسول مفصلی قلم پایی-بند انگشتی ۳ و ۴ هر کدام به‌صورت مستقل بوده و ارتباط مفصلی بین آن‌ها وجود ندارد (شکل۵).

شکل ۵: نمای جانبی- میانی از آرتروگرام مفصل قلمی-بند انگشتی در شترمرغ ۲۱۵ روزه

غضروف مفصلی، ساختار پلانتار لیگامنت و رتیناکولوم تاندون‌های خم‌کننده در آرتروگراف‌های تهیه‌شده کاملاً واضح و مشخص می‌باشند. نتایج حاصل نشان داد با افزایش سن به‌خصوص تا سن هشت ماهگی سرعت رشد بالا و از یک سالگی به بعد رشد محسوسی در استخوان‌ها مشاهده نمی‌شود.

بحث

طبق تحقیقات انجام شده توسط مفصل قلم پایی-بندانگشتی در اسب شامل استخوان‌های قلم پا ۳، بند انگشت فوقانی و یک جفت استخوان‌های کنجدی فوقانی است. اپی‌فیز انتهایی قلم پا ۳، دو کندیل محدب دارد که یک ستیغ میانی (Sagittal ridge) آن‌ها را از هم جدا می‌کند. اپی‌فیز انتهایی با بند اول انگشت از انتها مفصل شده و نیز دارای ارتباط مفصلی با استخوان‌های کنجدی به‌صورت کف پایی می‌باشد. کپسول مفصلی، تاندون‌ها و لیگامنت‌های متعددی مفصل قلم پایی-بندانگشتی را در اسب نگه می‌دارد. این لیگامنت‌ها عبارتند از: Plantar intersesamoidean ligament، Sesamoido-phalangeal ligaments و Metatarsophalangeal ligaments. این لیگامنت‌ها به همراه لیگامنت‌های جانبی و لیگامنت معلقه در مفصل قلم پایی-بند

انگشتی باعث استحکام این مفصل در اسب می‌شود (Sisson و Grossman، ۱۹۷۵).

مطابق با تحقیق انجام شده، مفصل مفصل قلم پایی-بندانگشتی دارای یک اتساع پشتی و یک اتساع بزرگ کف پایی است. در اتساع پشتی-بالایی مفصل مفصل قلم پایی-بندانگشتی بافت همبند فیبروزی و سینوویالی تشکیل یک چین یا فلد می‌دهد، که این ساختار به‌صورت پایینی از سمت پشتی-بالایی به کپسول مفصلی متصل شده و کم کم به‌صورت یک نوار باریک تبدیل می‌شود. این نوار باریک یک منطقه عبوری میان غضروف کندیلی و اتصال کپسول مفصلی را می‌پوشاند. دیوار کف پایی کپسول مفصلی در اسب نازک است.

طبق تحقیقات (Nickel و همکاران، ۱۹۸۶) اتساع پشتی در زیر تاندون بازکننده مشترک کشیده شده و به‌صورت یک بورسای سینوویالی تشکیل یک بالشتک جهت جلوگیری از اصطکاک را می‌دهد. این بورسای سینوویالی در حدود ۲ میلی‌متر به سمت فوقانی امتداد می‌یابد. ته کیسه کف پایی یا پلانتار پوچ میان عضله Interosseous و انتهای پایینی قلم پا کشیده می‌شود. این پوچ به طول ۵-۴ سانتی‌متر در جهت فوقانی امتداد می‌یابد.

در حیوانات دونده به‌دلیل لزوم جلوگیری از حرکات نابجا، چرخش‌ها و در رفتگی‌ها طراحی مفاصل اندام حرکتی به گونه‌ای انجام شده که پاسخگوی نیاز آن حیوان باشد. در شترمرغ به‌عنوان بزرگ‌ترین پرنده روی زمین با داشتن پاهایی سالم و کارآمد به‌خصوص نحوه قرار گرفتن انگشتان سوم و چهارم این حیوان با توجه به زاویه‌ای که انگشت شماره چهار با سطح زمین دارد و هم‌چنین سرعت بالای حیوان در هنگام دویدن با سرعتی بالغ بر هفتاد کیلومتر در ساعت که توان نگه داشتن این سرعت تا بیش از ده دقیقه را هم دارد (Schaller و همکاران، ۲۰۰۵) مطالعه مفصل قلم پایی بند انگشتی را از اهمیت خاصی برخوردار می‌سازد.

در اندام حرکتی لگنی شترمرغ ۳۶ ماهیچه قابل تشخیص است (Smith و همکاران، ۲۰۰۶). قسمت پایین اندام حرکتی لگنی به‌طور عمده توسط تاندون‌هایی بلند و سبک که خاصیت الاستیسیته بالایی دارند ساختاری قابل حرکت با توان بالا را برای حیوان فراهم می‌کند (Alexander، ۱۹۸۴). این ساختارهای عضلانی، تاندونی و مجموعه مفاصلی که در طول اندام حرکتی لگنی شترمرغ وجود دارد، سبب خم کردن و باز کردن نقاط مفصلی این عضو شده که نهایتاً عملکرد صحیح حرکتی را برای حیوان فراهم می‌سازد (Gangl و همکاران، ۲۰۰۴).

مطالعه ساختار کف پایی انگشت‌های شترمرغ نشان داده است که در شترمرغ چهار بالشتک انگشتی وجود دارد که دو تای آن بر روی انگشت سوم و یکی بر روی انگشت چهارم و یکی هم در ناحیه مفصل قلم پایی-بندانگشتی وجود دارد(El-Gendy و همکاران، ۲۰۱۲). درخصوص روند استخوان‌زایی تاندون‌های ناحیه پایینی اندام حرکتی لگنی در پرندگان اهلی و وحشی با افزایش سن این تغییر بافتی از غضروفی به استخوانی شدن صورت می گیرد (Agabalyan و همکاران، ۲۰۱۳).

به‌طورکلی در این مطالعه مشخص شد، وجود لیگامنت پلانتار باعث حفظ ساختار مفصل قلم پایی-بندانگشتی در سطح کف پایی شده و لیگامنت‌های متعددی به بالشتک‌های کف‌پایی متصل می‌شوند که سبب حرکت راحت‌تر انگشتان می‌گردند. استخوان تارسومتاتارس دوم از ۹۰ روزگی به بعد با استخوان‌های قلم پای ۳ و ۴ جوش خورده و تنها به‌صورت یک زائده باقی می‌ماند. در آرتروگرام‌های گرفته شده مشخص شد هیچ ارتباط بین مفصل‌های قلم پایی-بندانگشتی سه و چهار وجود ندارد و هرکدام مجزا و مستقل می‌باشند. هم‌چنین ته‌کیسه‌ها کاملاً قابل تشخیص می‌باشد.

نتایج حاصل از این مطالعه می‌تواند به شناخت بهتر و عمیق‌تر مفاصل انتهایی اندام حرکتی لگنی در شترمرغ کمک نموده و در تشخیص و درمان بهتر اختلالات و بیماری‌های اندام حرکتی این حیوان موثر واقع گردد.

منابع

۱. **Agabalyan, N.; Evans, D.J.R. and Stanley, R.L., 2013.** Investigating tendon mineralisation in the avian hindlimb: a model for tendon ageing, injury and disease. Journal of Anatomy. Vol. 223, pp: 262-277.

۲. **Belu, C.; Predol, G.; Dumitrescu, I.; Georgescu, B.; Seicaru, A.; Rosu, P.; Bitoiu, C. and Neghirla, I., 2009.** Researches Regarding the Shoulder and Elbow Joints in Ostrich (*Struthio camelus*). Bulletin UASVM Veterinary Medicine. Vol. 66, No. 1, pp: 7-12.

۳. **Chadwick, K.P.; Regnault, S.; Allen, V. and Hutchinson, J.R., 2014.** Three-dimensional anatomy of the ostrich (*Struthio camelus*) knee joint. Peer Journal. Vol. 2, 706 p.

۴. **Cooper, R.G., 2008.** Walking and behaviors of birds kept in captivity. World poultry. Vol. 24, pp: 24-25.

۵. **El-Gendy, A.A.; Derbalah, A. and Abu El-Magd, M.E.R., 2012.** Macro-microscopic study on the toepad of ostrich (*Struthio camelus*). Veterinary Research Communication. Vol. 36, pp:129-138.

۶. **Gangl, D.; Weissengruber, G.E.; Egerbacher, M. and Forstenpointner, G., 2004.** Anatomical Description of the Muscles of the Pelvic Limb in the Ostrich (*Struthio camelus*). Anatomia Histologia Embryologia. Vol. 33, 100-114.

۷. **Getty, R., 1975.** Sisson and Grossmans. the anatomy of the domestic animals. 5th edition. W.B. Saunders Co. Philadelphia. 145-155 p.

۸. **Nickel, R.; Schummer, A. and Seifrele, E., 1986.** The locomotor system of the domestic mammlas. Verlug Paul Parey, Berlin, Hamburg. Vol. 1, pp: 200-213.

۹. **Smith, N.C.; Wilson, A.M.; Jespers, K.J. and Payne, R.C., 2006.** Muscle architecture and functional anatomy of the pelvic limb of the ostrich (*Struthio camelus*). Journal of Anatomy. Vol. 209, pp: 765-779.