

تغییرات ضخامت غضروف مفصلی و تهیه مدل سه بعدی از مفصل ساکروایلیاک

نویسندگان: دکتر ناصر سلسبیلی^۱، دکتر مجتبی رضا زاده^۲ - دکتر دیوید هوگ^۳ -

دکتر حمید میرآب^۴

- (۱) استادیار دانشگاه علوم پزشکی تهران - بخش آناتومی - جنین شناسی
(۲) استادیار و مدیر گروه آناتومی دانشگاه تربیت مدرس - دانشکده پزشکی و بخش آناتومی
(۳) دانشیار دانشگاه گلاسکو - انگلستان - بخش کامپیوتر
(۴) دکترای علوم کامپیوتر - دانشگاه گلاسکو - انگلستان - بخش کامپیوتر

خلاصه: در این تحقیق ضخامت غضروف مفصلی ساکروایلیاک در طرف ساکرال و ایلیاک در نواحی مختلف مفصل با جمع آوری نمونه در دو گروه از زن و مرد (۵ مرد و ۶ زن) مورد بررسی قرار گرفت. و همچنین مدل ۳ بعدی مفصل ساکروایلیاک برای بررسی ساختار حفره مفصل در مقایسه با ساختار حفره مفصل در جنین، تهیه گردید.

پس از تشریح لگن در ۱۱ جسد، نیمی از لگن به همراه مفصل ساکروایلیاک همان طرف خارج گردید و سپس مفصل بوسیله اره عمود بر با فواصل عرضی یکسان برش زده شد و مقاطع بدست آمده مورد بررسی استریومیکروسکوپی و اندازه گیری ضخامت غضروف مفصل و سپس از مقاطع بدست آمده بافت برداری جهت بررسی نوع غضروف مفصلی بعمل آمده، اندازه گیری ضخامت غضروف مفصلی با انجام تست T مورد ارزیابی قرار گرفت. میانگین ضخامت غضروف مفصلی در طرف ساکرال بیشتر از طرف ایلیاک بود ($P < 0.001$) و میانگین ضخامت غضروف مفصلی در طرف ساکرال زن بیشتر از طرف ساکرال در مرد بود ($P < 0.02$). بررسی میانگین ضخامت غضروف مفصل در نواحی مختلف مفصل نسبت به همان طرف و همچنین ضخامت غضروف مفصلی در طرف ایلیاک بین زن و مرد یکسان بود و اختلاف معنی داری را نشان نمی داد.

نوع غضروف مفصلی در هر دو طرف از نوع غضروف هیالین که در نواحی سطح مفصلی بطرف فیبروزه شدن پیش می رفت. نتایج مقایسه مدل ۳ بعدی مفصل نشان داد که شکل حفره مفصلی در جنین مشابه حفره مفصلی در بالغین است. تنها در بالغین برآمدگیها و فرو رفتگیهای سطح مفصل بارزتر است که می تواند بعلت وزن پذیری مفصل و بزرگی سطح مفصلی باشد.

مقدمه:

ساختار غضروف مفصلی در مفصل ساکروایلیاک همواره مورد اختلاف نظر بوده است. بعضی از صاحب نظران، غضروف مفصلی این مفصل را از نوع هیالین در دو طرف (۲، ۱) و برخی دیگر از نوع فیبروکارتیلاژ در یک و یا دو طرف این مفصل (۳، ۴) و عده ای دیگر که اکثریت بیشتری دارند، طرف ساکرال را هیالین و طرف ایلیاک را

فیبروکارتیلاژ ذکر کرده اند (۵، ۶، ۷).

ضخامت غضروف مفصلی را نیز در دو طرف این مفصل یکسان نمی بینیم و در رفرانسهای مختلف میزان آن را متغیر اعلام نموده اند. بطوریکه غضروف مفصلی در طرف ساکرال با ضخامت ۱/۶۳ میلی متر که در طرف قدام مفصل، این ضخامت به ۶ میلی متر می رسد و حال آنکه غضروف مفصلی در طرف ایلیاک معمولاً کمتر از ۱

میلی متر گزارش گردیده است (۸، ۹، ۱۰). بر اساس گزارشات متعددی که محققین از این مفصل داده اند، حرکت این مفصل در زن و مرد از زمان تولد تا بلوغ بطور متناهی کاهش می یابد. اما در زن این حرکت در حدود سن ۲۵ سالگی مجدداً افزایش می یابد (۱۱).

ولی در مرد میزان حرکت در این مفصل به میزان ۵ تا ۱۰ درجه تا میان سالی ثابت می ماند (۱۲).

روش و مواد: در این تحقیق مفصل ساکروایلیاک ۱۱ جسد (۵ مرد و ۶ زن) از بخش تشریح دانشگاه گلاسکو انگلستان بعد از تشریح لگن، نیمی از لگن به همراه مفصل ساکروایلیاک همانطرف درآورده شد و هیچ گزارشی دال بر مرگ آنان به دلایل بیماریهای عمومی و یا سیستمیک مرتبط به استخوان و یا مفاصل دیده نشد و سن، جنس، مفصل طرف راست و چپ مشخص گردید که در جدول ۱ مشخصات آنان ذکر گردیده است. تمامی مفاصل بوسیله اره عمود بر بصورت یک بلوک مکعب مربع درآورده شد و بصورت عرضی مقطعی با ضخامت یک سانتیمتر برش داده شد و سپس بوسیله استرئومیکروسکوپ با بزرگنمایی $\times 6$ تمامی مقاطع مورد تصویربرداری و ثبت اطلاعات ماکروسکوپی قرار گرفت.

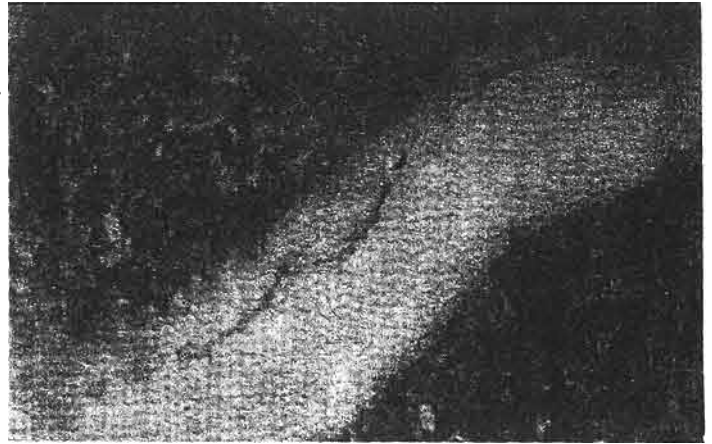
به جهت کسب اطلاعات هیستولوژیکی، قسمتهایی از غضروف مفصلی به همراه استخوان زیر غضروف برای بررسی بافت شناسی از مقاطع بوسیله EDTA در درمای ۴۰ درجه سانتیگراد دی کلسیفیه و سپس بلوک گیری و آب گیری از طریق الکها انجام و با ضخامت $10 \mu m$ برش زده شد و با رنگ آمیزی آلسین بلو همتاتوکسیلین و اتوزین رنگ آمیزی گردید. پس از مانت ساختن، برشها برای تعیین نوع غضروف مفصلی از نظر هیستولوژیک مورد مطالعه قرار گرفت.

به جهت اندازه گیری تغییرات ضخامت غضروف مفصلی در هر دو طرف ساکروم و ایلیوم مفصل ساکروایلیاک و همینطور پی بردن به تغییرات ضخامت غضروف در نواحی مختلف گوشی شکل مفصل، تصویربرداری از ضخامت برشها انجام گرفت، اندازه میانگین غضروف در ۳ قسمت از مقاطع، تحت عنوان ناحیه سری، دمی و بینابینی و همینطور برای دقت بیشتر مجدداً برشها و مقاطع در ۳ قسمت تحت عنوان ناحیه قدامی، خلفی و بینابین مورد اندازه گیری قرار گرفت. در نتیجه سطح مفصل ساکروایلیاک به ۹ قسمت تقسیم و اندازه گیری میانگین ضخامت از ۹ قسمت منطقه بندی شده انجام شد و محاسبه میانگین مساحت سطح برشها با کامپیوتر M.O.P که دارای قلم ثبات و نگارگر می باشد انجام گرفت.

مدل سازی: برای نشان دادن مدل ۳ بعدی مفصل در بالتین و جنین، مفصل ساکروایلیاک طرف چپ یک جنین ۱۸۵ میلی متری C.R.L.

ساختاری آن در زن و مرد می تواند نوع اختلاف کاربردی را در بین دو جنس و همینطور در مراحل جوش خوردن این مفصل بوجود آورد و باعث گردد که در مردان زودتر از زنان این مفصل ثابت گردد. تغییرات سطح غضروف مفصلی ساکروایلیاک در بالغین، لزوم بررسی سطح غضروفي این مفصل و تأثیرات آن را در روی حفره مفصلی ایجاد می کند

و بخصوص که این نوع بررسی بصورت رادیولوژیک توسط سایر محققین نیز انجام گرفته است (۳، ۴، ۹). اما نتایج حاصل از تحقیقات آنان به سبب استخوان سازی در اطراف مفصل و کاهش فضای حفره مفصلی در بالغین فاقد اعتبار لازم در مقایسه آن با وضعیت اولیه این مفصل می گردد، لذا



تصویر ۱: مفصل ساکروایلیاک، مقطع عرضی از ناحیه سری با بزرگنمایی $\times 3$ غضروف مفصلی ساکرال ضخیمتر و با رنگ کرم و صاف و غضروف مفصلی ایلیاک نازکتر - آبی رنگ و محیط دیده می شود.

عدم تحرک، فشار و وزن پذیری این مفصل سبب می گردد که حرکت آن از میانسالی بتدریج کاهش یابد. البته این کاهش تحرک در زن و مرد یکسان نیست (۱۳) و در مرد سریعتر اتفاق می افتد. با ایجاد استئوفیتهای کنار مفصلی و درهم فرو رفتن دو طرف سطح مفصلی در یکدیگر این کاهش حرکت

جدول ۱

سن	جنس	مفصل ساکروایلیاک راست یا چپ	میانگین ضخامت غضروف مفصلی ساکرال	میانگین ضخامت غضروف مفصلی ایلیاک
۷۴	مرد	چپ	۱/۳۶ mm	۰/۸۸ mm
۷۵	مرد	چپ	۱/۳۹ mm	۰/۸۳ mm
۸۱	مرد	چپ	۱/۴۱ mm	۰/۴۶ mm
۸۳	زن	راست	۱/۸۳ mm	۰/۸۵ mm
۷۲	زن	چپ	۲/۰۱ mm	۰/۹۲ mm
۶۶	زن	چپ	۲/۰۸ mm	۰/۶۳ mm
۵۷	زن	راست	۱/۷۸ mm	۰/۶۹ mm
۶۹	زن	راست	۱/۶۱ mm	۰/۶۳ mm
۷۴	مرد	چپ	۱/۳۷ mm	۰/۶۸ mm
۸۴	زن	چپ	۲/۲۳ mm	۰/۶ mm
۸۹	مرد	راست	۱/۵۲ mm	۰/۸۴ mm

بررسی ۳ بعدی حفره مفصل ساکروایلیاک و مقایسه آن با وضعیت حفره این مفصل در جنین می تواند پاسخگوی تغییرات تأثیرگذار در ساختار مفصل در وضعیتهای قبل از وزن پذیری و بعد از آن باشد. بخصوص که دامنه حرکات نیز در بالغین از زمان تولد شروع به کاهش می کند (۱۲).

بیشتر می گردد. بطوریکه در نهایت، عدم تحرک در مفصل و جوش خوردن دو سطح مفصلی با یکدیگر اتفاق می افتد. عوامل ذکر شده در بالا تنها عواملی هستند که محققین به آن اشاره نموده اند ولی امکان سایر عوامل ساختاری در مفصل مثل نوع غضروف مفصلی، ضخامت غضروف مفصلی و اختلاف نوع

هیالین با پوششی از غضروف فیروز در سطح دیده می شدند که سطح غضروفی در هر دو طرف کاملاً فیروزه بود (تصاویر ۲، ۳).

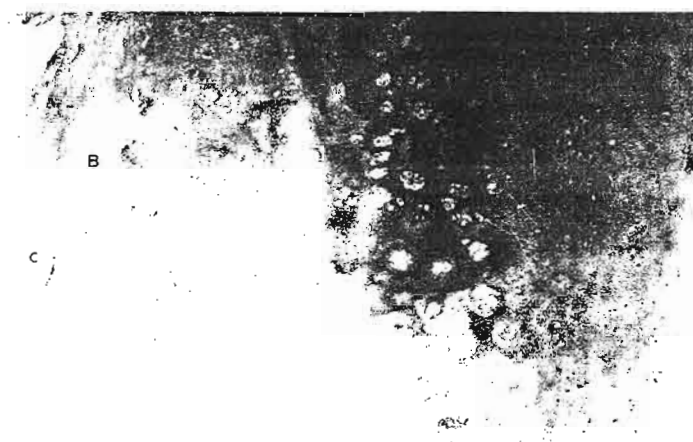
ضخامت غضروف مفصلی در هر دو طرف بصورت مقایسه با طرف خود و همینطور با طرف مقابل بوسیله آزمون T بررسی گردید. میانگین ضخامت غضروف مفصلی در طرف ساکرال در ۱۱ نمونه ۱/۶۹۱۰/۳۱ میلیمتر بود و میانگین ضخامت غضروف مفصلی در طرف ایلیاک ۱/۴۰۷۳ ± میلیمتر بود که با آزمون T، اختلاف، کاملاً معنی دار (P<0.001) بود.

بوسیله آنالیز واریانس دوطرفه، اختلاف تغییرات ضخامت مفصلی در دو جنس زن و مرد در ۱۱ نمونه بررسی گردید که ضخامت غضروف

تنظیم نموده و حفره مفصلی را بدست آوردیم و سپس با استفاده از کامپیوتر DEC میکرو-Vax حفره مفصلی را بصورت ۲ بعدی با قلم گرافیک تصویر نموده سپس با دادن فواصل هر صفحه از برش به کامپیوتر مفصل را بصورت ۳ بعدی درآورده و ابعاد عرض × طول × عمق را به روش Ferrantintographic در روی CAM - X با



تصویر ۲: غضروف ایلیاک، رنگ آمیزی آلسین بلو و هماتوکسیلین - اتوزین ساختار غضروف هیالین در عمق غضروف (A) و در نواحی سطحی فیبروکارتیلاژ (B) و فضای مفصل (C) دیده می شود. بزرگنمایی ×۳۳



تصویر ۳: غضروف مفصلی ساکرال، رنگ آمیزی آلسین بلو - هماتوکسیلین و اتوزین ساختار غضروف هیالین در عمق (A) و در نواحی سطحی فیبروکارتیلاژ (B) و فضای مفصل (C) دیده می شود.

مفصلی در طرف ساکرال زن کاملاً از طرف ساکرال مرد ضخیمتر بود و اختلاف آن با آزمون T کاملاً معنی دار بود (p<0.02). اما بررسی ضخامت غضروف مفصلی در طرف ایلیاک در هر دو جنس زن و مرد بررسی گردید که تغییرات، زیاد نبود و اختلاف، معنی دار نگردید. به جهت تأیید بیشتر این بررسی از تست ۹۵٪ توکی H.S.D استفاده شد و بوسیله این تست مقایسه قسمتهای مختلف سطح غضروفی انجام گرفت (تصویر ۴) و میانگین ۹ قسمت منطقه بندی شده در طرف ساکرال و ایلیاک در ۱۱ نمونه با روش آنالیز واریانس برای تعیین فاکتور F مقایسه و بررسی شد. و نتایج این بررسی اختلاف معنی داری را نشان نداد. سپس برای بالاتر بردن دقت، ۹ قسمت منطقه بندی شده

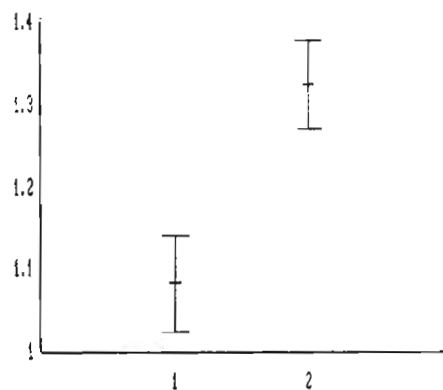
نمای بزرگتر ترسیم نمودیم و مدل ۳ بعدی را با بردن فایلها به روی کامپیوتر (DEC - VAX 11/750) استفاده از نرم افزار (SDRC/I - DEAS 3.4) خوانده و مدل ۳ بعدی ساخته شده و با پلاتر الکترونیکی Ver-80 تصاویر ترسیم گردید. سپس مقایسه تصاویر بدست آمده در مدل جنین و بالغین با یکدیگر انجام پذیرفت.

بصورت یک بلوک در ناحیه میانی لگن درآورده شد و پس از دکلسیفیه کردن و آب گیری، بلوک تهیه و بصورت سریال، مقطع گیری بعمل آمد که فواصل مقاطع، ۱۵۰ um بود. بعد از رنگ آمیزی و مانت کردن در زیر استریومیکروسکوپ، حفره مفصل ترسیم و برای کنترل مفصل و اینکه برشها در ادامه برش مقاطع بالاتر باشند با گذاشتن یک رشته مسمی از قورباغه در محاذات نمونه و کنترل وضعیت اعصاب و مفاصل در هر صفحه مقطع باعث ثابت بودن یک نقطه و یک صفحه از هر مقطع با یکدیگر شدیم لذا تصاویر پس از ترسیم به صورت ۲ بعدی در پی یکدیگر قرار گرفتند.

در نمونه ای که از فرد بالغ تهیه کردیم پس از برش دادن سطح مفصلی با آره عمود بر، تصویر رادیوگرافی از مقاطع گرفتیم و تصاویر را بوسیله یک نقطه و خط برش با یکدیگر بصورت ۲ بعدی

نتایج:

در بررسی استریومیکروسکوپی، سطح غضروف مفصلی ایلیاک به رنگ آبی مخطط و بهم ریخته بود در حالیکه سطح غضروف مفصلی در طرف ساکرال بزرگ کرم سفید و صاف و براق بود (تصویر ۱). در بررسی هیستولوژیک، هر دو طرف از غضروف



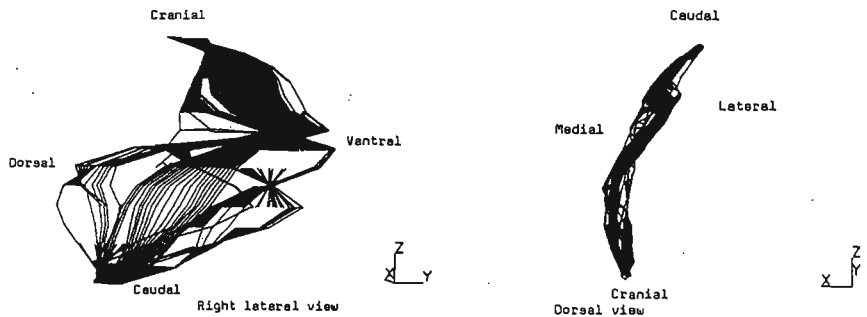
تصویر ۴: مقایسه ضخامت مفصلی ساکروایلیاک بین مرد (۱) و زن (۲) ستون عمودی میزان ضخامت را بر حسب میلیمتر نشان می دهد. تست Tukey HSD ۹۵٪ می باشد.

جنس زن و مرد ذکر کرده اند، گزارشات ایشان همچنین می افزاید که با افزایش سن، این میزان تحرک کاهش می یابد، بطوریکه در مردان حرکت آن در ۴۰ سالگی به صفر می رسد و در زنان در سنین ۵۰ سالگی حذف می گردد و این با نظرات Schunke (۳) و Stewart مطابقت دارد.

ضخامت غضروف مفصلی در هر دو طرف ساکرال و ایلیاک مقایسه گردید و نظرات Carter، Lowei (۹)، Cassidy، Bowen (۵) را تأیید می نمود.

اما نتایج این تحقیق درباره مقایسه ضخامت غضروف مفصلی در طرف ساکرال بین دو جنس زن و مرد و ضخیمتر بودن ضخامت غضروف مفصلی در طرف ساکرال زن از موضوعاتی بود که سایر محققین به آن نپرداخته بودند و گزارشی در این مورد نشده بود. اما نکته دیگر اینکه ضخامت غضروف مفصلی در طرف ایلیاک در بین دو جنس زن و مرد به یک اندازه بود و اختلاف معنی داری نداشت و بررسی ضخامت غضروف مفصلی در تمامی نواحی مفصل از نواحی سری-دمی و یا قدامی-خلفی حاکی از یکنواختی ضخامت داشت که این نکته نیز قبلاً گزارش نگردیده بود و نظرات Donald Hunt (۸)، Carter، Lowei (۹) و Ohba (۱۰) بود که این محققین اعلام نموده بودند که سطح غضروف مفصلی در طرف ساکرال از قدام به خلف نازکتر می گردد و همینطور نسبت به ناحیه سری مفصل نیز کاهش ضخامت غضروف مفصلی بوجود می آید.

مدل ۳ بعدی مفصل ساکروایلیاک نیز ثابت نمود شکل حفره مفصلی نسبت به دو طرف، متقارن است و شکل مفصل در جنین و بالغ، یکسان و با تغییر زوایای مفصل، شکل مفصل تغییر می کند. بیشترین نامنظمی در قسمت قدام قرار دارد. و تلفیق نامنظمیها و اندازه برآمدگیها و فرو رفتگیها در بالغ بیشتر بود که این بزرگی به علت بزرگی مفصل و تغییرات سطح مفصلی بر اثر حرکت و وزن پذیری مفصلی بود. مدل سازی، تجربه مؤثری بود تا برای مدل ۳ بعدی سایر مفاصل وزن پذیر، بخصوص برای مفاصل لگن و زانو در جهت ساخت مفصل مصنوعی کمک گرفت.



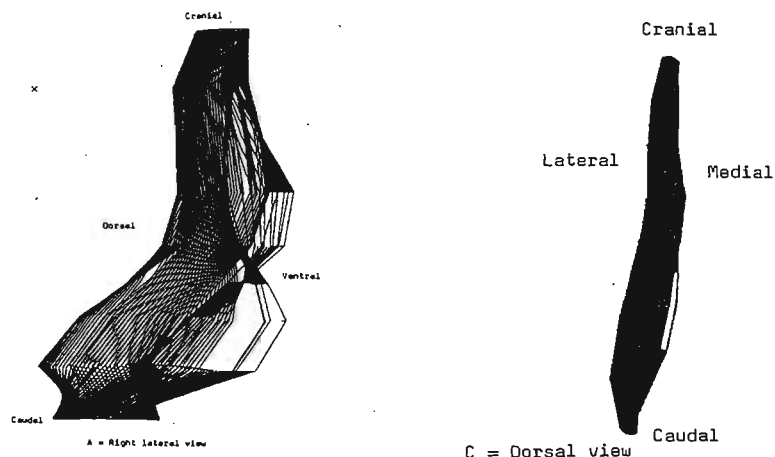
تصویر ۵: مدل ۳ بعدی مفصل ساکروایلیاک چپ در جنین ۱۸۵mm C.R.L در نمایش های مختلف تصویری SDRC I-DEAS 3.4: Object Modling

بحث:

بررسی هیستولوژیکی غضروف مفصلی سطح ایلیاک و ساکرال نشان داد که هر دو سطح از غضروف هیالین با پوششی از غضروف فیبروکارتیلاژ و نسج فیبروزه است که این نتایج موافق با نظرات Francis (۱) و paquin و همکارانش (۲) می باشد. یافته های فوق مشابه نتایج بررسی سطح غضروف مفصلی در جنین می باشد (۱۴) که در سال ۱۳۷۰ گزارش آنرا در نشریه آناتومی بالینی به چاپ رسانده ایم.

و بنظر می رسد که فیروزه شدن سطح غضروف مفصلی در هر دو طرف به علت بی حرکتی مفصل و یا کم حرکتی این مفصل می باشد که توسط Wei-sle (۱۲) به میزان $5/6 \pm 1/4$ میلی متر در هر دو

این نواحی، به دو قسمت سری-دمی و بینابینی، و قدامی-خلفی-بینابینی تقسیم شد و مجدداً بررسی شد که اختلاف، معنی دار نبود. در مدل سازی ۳ بعدی مفصل، عدم تقارن مفصلی بیشتر در قسمت قدام دیده می شد که در تصاویر (۵، ۶) دیده می شود و بیشترین تمرکز خطوط و تقاطع آن در ناحیه سری-قدامی مفصل است که در مقایسه با بخش خلفی مفصل این خطوط کمتر تقاطع دارند و برآمدگی و فرو رفتگی کمتر از سطح خلفی است. تصویر مفصل بصورت S می ماند و از سطح طرفی مفصل بصورت L دیده می شود و دو طرف سطح مفصلی کاملاً بر یکدیگر منطبق است و از سطح فوقانی، مفصل حول محور میانی به دور خود کمی گردیده است.



تصویر ۶: مدل ۳ بعدی مفصل ساکروایلیاک چپ در بالغ با نمایش های مختلف تصویری SDRC I-DEAS 3.4: Object Modling

REFERENCES:

- 1) Francis C.C The human pelvis (ISBN 0316-14490). St Louis: Mosby Co. (1952) P: 218-232.
- 2) Paquin J.D., Rest M. Marie P.J. and Mort J.S. Biochemical and Morphologic studies of cartilage from the adult human sacroiliac joint, Arthritis and Rheumatism. (1983). Vol 26, No 7. P: 887-95.
- 3- Schunke G.B. The anatomy and development of the sacroiliac Joint in man, Anat Rec (1938) 72:313-331.
- 4) Solonen K.A. The sacroiliac joint in the light of anatomical, roentgenological and clinical studies, Acta, orthop, scand (suppl) (1957). 27: 1-127.
- 5) Bowen V. Cassidy J.D. Macroscopic and microscopic anatomy of the sacroiliac joint, Spine (1981), Vol 6(6), p: 620-8.
- 6) egund N., olsson T.H., Schmid H. and Selnik G. Movements in the sacroiliac joints demonestrated with roentgen sterephotogmetry, Acta Radiol (1978)19: 152-163.
- 7) Resnik D., Nimayama G. and Georgen T.G. Comparison of radiographic abnormalities of the sacroiliac joint in D.J.D. Ann J Roentgenol (1977). 128:189-196.
- 8) McDonald G.R. and Hunt T.E. Sacroiliac joints: observation on the gross and histological changes in the various age groups. Can Med Assoc J (1952). 66: 152-163.
- 9) Carter. M.D, Lowei. G. Anatomical changes in normal sacroiliac joints during childhood and comparison with the changes in Still's disease, Ann Rheum Dis (1962). 21: 121-139.
- 10) ohba S. Morphological Study of the sacroiliac joint of the aged Japanese and macroscopic and microscopic observations of its articular surface, J ortho Assoc (1985). 59: 13-27.
- 11) Blackland O. and Hansen J.H. The axial sacroiliac joint, Anatomia clinica (1984). 6: 29-36.
- 12) Weisle H. The movements of the Sacroiliac Joints. Acta Anat (1955). 23: 80-91.
- 13) Valojerdy M.R. Salsabili N., Hogg D.A. Age changes in the human sacroiliac joint: joint fusion, Clin Anat (1989). 2: 253-261.
- 14) Salsabili N. Hogg D.A. Development of the human sacroiliac joint, Clin Anat (1991). 4: 99-108.
- 15- Stewart T.D., Pathologic changes in ageing sacroiliac joints. Clin orth and related research (1984). N: 183, 188-196.

لَنْ يَحْرَزَ الْعِلْمَ إِلَّا مَنْ يُطِيلُ دَرَسَهُ

امیرالمؤمنین علی (ع) فرمودند: به علم دست نیابد مگر کسیکه زمانی طولانی بطور مداوم به درس و مطالعه بپردازد.

