به نام خداوند جان و خرد

بیومکانیک دستگاه اسکلتی عضلانی

(جلد سوم)

بیومکانیک اندام تحتانی

مفاصل ران، زانو، مچ‌پا، پا، بیومکانیک راه رفتن، وضعیت‌های بدنی

مؤلفین :

دکتر قدمعلی طالبی

(دانشیار فیزیوتراپی دانشگاه علوم پزشکی بابل)

دکتر محمد تقی پور

(دانشیار فیزیوتراپی، مرکز تحقیقات اختلال حرکت دانشگاه علوم پزشکی بابل)

دکتر یحیی جوادیان

(دانشیار فیزیوتراپی، مرکز تحقیقات اختلال حرکت دانشگاه علوم پزشکی بابل)

انتشارات ستایش هستی

۱۳۹۹

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل ۱: کینزیولوژی و بیومکانیک مفصل هیپ	
مقایسه مفصل هیپ و شانه	۱
سطوح مفصلی در هیپ	۱
زوایای استابوبوم	۳
سطح مفصلی دیستال (سر فمور)	۶
زاویه سر و گردن فمور نسبت به تنه	۸
تطابق مفصلی	۱۰
ثبات مفصل هیپ	۱۲
فشار داخل کپسولی در مفصل هیپ	۱۲
کپسول مفصل هیپ	۱۳
لیگامان های مفصل هیپ	۱۳
خونرسانی به سر فمور	۱۴
نقش لیگامان ها	۱۵
وضعیت Closed Packed هیپ	۱۶
ساختار تحمل کننده وزن در مفصل هیپ	۱۸
استئوکینماتیک	۲۲
حرکات لگن در مفصل هیپ	۲۴
حرکات هماهنگ فمور، لگن و فقرات کمری	۲۹
عملکرد مفصل هیپ در زنجیره بسته	۳۱
عصب گیری عضلات و مفصل هیپ	۳۲
عضلات مفصل هیپ	۳۴
▪ فلکسورها	۳۴
▪ اداکتورها	۴۲
▪ اکستانسورها	۴۶
▪ ابداکتورها	۵۴
▪ چرخاننده های خارجی	۶۰
▪ چرخاننده های داخلی	۶۵
حداکثر گشتاور تولیدی توسط انقباض عضلات هیپ	۶۷
عملکرد عضلانی در وضعیت ایستاده روی دو پا	۶۸
عملکرد عضلانی در وضعیت ایستاده روی یک پا	۶۹
بار وارده بر مفصل هیپ در فعالیت های دینامیک	۷۱
کاهش نیروی عضلانی در حالت ایستاده روی یک پا	۷۱
استفاده از عصا در همان سمت و سمت مقابل	۷۳
پاتولوژی مفصل هیپ	۷۶
ناهنجاریهای استخوانی فمور	۸۱
▪ کوکسا والگا	۸۱
▪ کوکسا وارا	۸۲
▪ آنته ورژن و رتروورژن	۸۳
نکته بالینی: کشش درمانی عضلات دو مفصلی	۸۵
فصل ۲: کینزیولوژی و بیومکانیک مفصل زانو	
ساختمان مفصل تیبیو فمورال	۸۸
تاثیر شکل سطوح مفصلی بر حرکت تیبیوفمورال	۹۰
راستای تیبیو فمورال و نیروهای تحمل وزن	۹۱
منیسک ها	۹۴
کپسول مفصل زانو	۹۹
پلیکای پاتلا	۱۰۱
لیگامان ها	۱۰۳
▪ لیگامان طرفی داخلی	۱۰۳
▪ لیگامان طرفی خارجی	۱۰۵
▪ لیگامان متقاطع قدامی	۱۰۸
▪ لیگامان متقاطع خلفی	۱۱۹
▪ لیگامان های کپسولار خلفی	۱۲۴
ایلیوتیبیال باند	۱۲۶
بورس مفصل زانو	۱۲۷
کینماتیک های مفصل زانو	۱۲۸
▪ فلکسیون و اکستانسیون	۱۲۸

عنوان	صفحه
▪ چرخش داخلی/ خارجی	۱۳۰
آرتروکینماتیک حین فلکسیون – اکستانسیون	۱۳۲
قفل شدن زانو و خارج شدن از آن	۱۳۵
جمع بندی حرکت تیبیو فمورال	۱۳۷
عضلات فلکسور	۱۳۷
عمل گروهی عضلات فلکسور – روتاتور	۱۴۲
حداکثر گشتاور عضلات فلکسور – روتاتور زانو	۱۴۳
گروه اکستانسور زانو	۱۴۳
تاثیر نوع تمرین بر نیروی کوآدریسپس	۱۴۸
تاثیر پاتلا بر عملکرد عضله کوآدریسپس	۱۵۰
تعامل بین بارهای وارده بر هیپ و زانو	۱۵۳
رابطه گشتاور درونی عضله کوآدر با زاویه مفصل	۱۵۴
پاتومکانیک Extensor Lag	۱۵۵
تثبت سازی زانو	۱۵۷
گشتاور عضلانی فلسکور زانو	۱۵۹
راستای غیر طبیعی زانو در صفحه فرونتال	۱۶۰
راستای غیر طبیعی زانو در صفحه ساژیتال	۱۶۲
سینرژی بین عضلات تک مفصلی و دو مفصلی	۱۶۳
مفصل پاتلوفمورال	۱۶۶
تطابق (میزان تماس) در مفصل پاتلوفمورال	۱۶۷
حرکات پاتلا	۱۶۸
راستای پاتلوفمورال	۱۷۲
استرس مفصل پاتلو فمورال	۱۷۳
نیروی عکس العمل مفصلی پاتلوفمورال در ...	۱۷۵
ثبات مفصل پاتلو فمورال در صفحه فرونتال	۱۷۷
تثبیت سازی غیر قرینه پاتلوفمورال	۱۸۰
تمرینات تحمل وزن در ..	۱۸۳
صدمات مفصل زانو و مفصل پاتلوفمورال	۱۸۷

عنوان	صفحه
فصل ۳: بیومکانیک مجموعه مچ و پا	
مقدمه	۱۸۹
تعریف حرکات	۱۹۰
مفصل مچ پا (تالوکرورال)	۱۹۱
ساختار مفصل مچ پا	۱۹۲
مفصل تیبیو فیبولار فوقانی	۱۹۲
مفصل تیبیوفیبولار تحتانی	۱۹۳
استخوان شناسی تالوس	۱۹۴
کپسول و لیگامان ها	۱۹۵
محور مفصل مچ پا	۱۹۷
عملکرد مفصل مچ پا	۱۹۹
آرتروکنیماتیک	۱۹۹
دامنه حرکتی	۲۰۱
ثبات پیشرونده مفصل تالوکرورال طی ایستایش ...	۲۰۲
مفصل ساب تالار	۲۰۳
ساختار مفصل ساب تالار	۲۰۳
لیگامان ها	۲۰۴
عملکرد ساب تالار	۲۰۵
محور ساب تالار	۲۰۶
حرکت مفصل ساب تالار در حالت عدم تحمل وزن	۲۰۶
حرکت مفصل ساب تالار در حالت تحمل وزن	۲۰۸
اثر حرکت مفصل ساب تالار روی ساق	۲۰۹
دامنه حرکتی و وضعیت خنثی مفصل ساب تالار	۲۱۱
مفصل تارسال عرضی یا مید تارسال	۲۱۲
ساختمان مفصل تارسال عرضی	۲۱۳
محور مفصل تارسال عرضی	۲۱۵
عمل مفصل تارسال عرضی	۲۱۸

عنوان	صفحه
پروناسیون ناحیه عقبی پا در حالت تحمل وزن و ..	۲۱۹
سوپیناسیون ناحیه عقبی پا در حالت تحمل وزن و ..	۲۲۱
عمل ترکیبی مفاصل ساب تالار و تارسال عرضی	۲۲۱
فواید کینزیولوژیک پروناسیون کنترل شده طبیعی	۲۲۴
مرحله میانی تا اواخر ایستایش؛ ...	۲۲۴
مفاصل بین تارسال پائینی	۲۲۵
مفاصل تارسو متاتارسال	۲۲۷
محورها	۲۲۷
اعمال مفاصل تارسو متاتارسال	۲۲۸
پیچش به سوپیناسیون	۲۲۹
پیچش به پروناسیون	۲۲۹
ملاحظات کینماتیک مفاصل تارسومتارس در راه رفتن	۲۳۰
مفاصل متاتارسو فالانژیال	۲۳۱
عملکرد مفاصل متاتارسو فالانژیال	۲۳۲
اکستانسیون متاتارسوفالانژیال و لولای متاتارسال	۲۳۳
هالوکس ریجیدوس	۲۳۴
دفورمیتی انگشت چکشی	۲۳۴
فلکسیون، ابداکسیون و اداکسیون متاتارسوفالانژیال	۲۳۵
هالوکس والگوس	۲۳۵
مفاصل اینترفالانژیال	۲۳۷
قوس های کف پا	۲۳۷
عملکرد قوس های کف پا	۲۳۹
پلانتار آپونورز	۲۳۹
توزیع وزن	۲۴۲
عمل مفاصل ناحیه جلوی پا حین	۲۴۴
کمک عضلات در حمایت از قوس های پا	۲۴۵
عضلات مچ و پا	۲۴۶
عصب دهی عضلات و مفاصل	۲۴۷
عضلات کمپارتمان خلفی	۲۴۹
فعالیت عضلات پلانتار فلکسور و سوپیناتور حین...	۲۵۱
عضلات کمپارتمان خارجی	۲۵۳
عمل عضلات پلانتار فلکسور به عنوان اکستانسور زانو	۲۵۴
بیومکانیک بلند شدن روی نوک انگشتان	۲۵۵
اثرات ضعف و کوتاهی گاستروکنمیوس	۲۵۶
اثرات ضعف و کوتاهی سولئوس	۲۵۶
اثرات ضعف و کوتاهی تیبیالیس خلفی	۲۵۷
اثرات ضعف و کوتاهی فلکسور دیژیتروم لونگوس	۲۵۷
اثرات ضعف و کوتاهی فلکسور هالوسیس لونگوس	۲۵۸
اثرات ضعف و کوتاهی پرونئوس لونگوس و برویس	۲۵۸
عضلات کمپارتمان قدامی	۲۵۸
اثرات ضعف و کوتاهی تیبیالیس قدامی	۲۵۹
اثرات ضعف و کوتاهی اکستانسور هالوسیس لونگوس	۲۶۰
اثرات ضعف و کوتاهی اکستانسور دیژتروم لونگوس	۲۶۰
عضلات اینترنسیک	۲۶۰
پای صاف	۲۶۴
پای طاقدیسی	۲۶۳
فلج عضلانی پس از آسیب عصب فیبولار یا تیبیال	۲۶۴
فصل ۴: کینزیولوژی راه رفتن	
تعریف سیکل راه رفتن	۲۶۶
توصیف کننده های مکانی راه رفتن	۲۶۶
توصیف کننده های زمانی راه رفتن	۲۶۸
مراحل سیکل راه رفتن	۲۶۹
تقسیم بندی مراحل ایستایش و Swing	۲۷۱
جابجائی مرکز ثقل بدن و کنترل آن	۲۷۳

عنوان	صفحه
ملاحظات انرژی جنبشی و پتانسیل	۲۷۵
کینماتیک صفحه ساژیتال	۲۷۷
کینماتیک در صفحه فرونتال	۲۸۱
کینماتیک در صفحه افقی	۲۸۵
کینماتیک تنه و اندام فوقانی	۲۸۸
مصرف انرژی	۲۹۰
فعالیت عضلانی	۲۹۴
کینتیک	۳۰۰
نیروهای عکس العمل زمین	۳۰۲
مسیر مرکز فشار	۳۰۵
گشتاورها و توان های مفصل	۳۰۶
نیروهای مفصلی و تاندون	۳۱۶
آغاز و پایان گیت	۳۱۷
بالا و پایین رفتن از روی پله ها	۳۱۸
گیت دویدن	۳۲۷
فعالیت عضلانی (حین دویدن)	۳۲۸
گشتاورها، توان ها و انرژی ها (حین دویدن)	۳۳۰
اختلالات عملکردی راه رفتن	۳۳۱

فصل ۵: پوسچر

پوسچرهای استاتیک و دینامیک	۳۳۹
کنترل پوسچر	۳۴۰
سینرژی های عضلانی	۳۴۱
سینرژی های با اتکاء ثابت	۳۴۲
استراتژی های با تغییر در اتکاء	۳۴۳
استراتژی های تثبیت کننده ی سر	۳۴۴
کینتیک و کینماتیک پوسچر	۳۴۵
نیروهای عکس العمل زمین	۳۴۶
گشتاورهای خارجی و داخلی	۳۴۷
پوسچر مطلوب	۳۴۸
تحلیل پوسچر ایستاده: از نمای پهلو (جانبی)	۳۴۹
انحراف از راستای مطلوب در نگاه از نمای پهلو	۳۵۴
راستای مطلوب و تحلیل آن: از نمای قدامی و خلفی	۳۵۹
انحراف از راستای مطلوب (نمای قدامی خلفی)	۳۶۰
تحلیل پوسچرهای نشستن	۳۶۶
فشارهای تماسی نشیمنگاه	۳۷۰
تحلیل پوسچر های دراز کشیده	۳۷۱
اثرات سن	۳۷۲
منابع مورد استفاده	۳۷۳

فصل ۱: کینزیولوژی و بیومکانیک مفصل هیپ

مقدمه

مفصل هیپ از نوع مفاصل گوی - کاسه ای با سه درجه آزادی حرکت است. این مفصل یکی از بزرگ ترین و باثبات ترین مفاصل بدن است. برخلاف زانو، مفصل هیپ از ثبات ذاتی برخوردار است که از طریق قالب گوی – کاسه ای نسبتا سخت آن فراهم می شود. مفصل هیپ همچنین از تحرک بالایی برخوردار است که به حرکات طبیعی آن جهت انجام فعالیت های روزانه اجازه می دهد. مفصل هیپ، ویژگی های آناتومیکی زیادی دارد که آن را برای ثبات در حین ایستادن، راه رفتن و دویدن، مناسب می سازد. سر فمور به وسیله یک سوکت عمیق تثبیت می شود که توسط مجموعه ی گسترده ای از بافت های همبند مانند لیگامان های کپسولار و لابروم استابولوم، احاطه و مهر و موم شده است.

مقایسه مفصل هیپ و شانه

نقش مجموعه شانه آن است که یک پایه ی با ثبات فراهم آورد تا بتوان دست را در یک دامنه حرکتی بزرگ در فضا جابجا نمود. ساختار مجموعه شانه برای فعالیت در زنجیره باز طراحی شده است. کار اصلی مفصل هیپ حمایت وزن سر، بازوها و تنه در پوسچرهای استاتیک قائم و پوسچرهای دینامیک مانند راه رفتن، دویدن، و بالا رفتن از پله است. ساختار مفصل هیپ نیز مانند دیگر مفاصل اندام تحتانی به گونه ای است که عمدتا به نقش تحمل وزن آن کمک می کند. مفصل هیپ مسیری برای انتقال وزن از لگن به اندام تحتانی است. ثبات ساختاری مفصل هیپ بیشتر از شانه است که به ساختار استخوانی آن مربوط می شود.

برخلاف استابولوم که عمیق بوده و انحنای آن تقریبا مشابه سر فمور است، حفره گلنوئید بسیار کم عمق می باشد و در هر لحظه فقط با بخش کوچکی از سر استخوان بازو مفصل می شود. این تفاوت ها توجیه می کند که چرا مفصل شانه (گلنوهومرال) دارای تحرک بیشتر، و در عوض مفصل هیپ از ثبات بیشتر برخوردار است. کپسول مفصلی و لیگامان های تقویت کننده مفصل هیپ، حمایت غیر فعال قابل توجهی برای آن فراهم می آورند در حالیکه کپسول و لیگامان های تقویت کننده مفصل شانه، فقط قسمتی از حمایت مورد نیاز برای یکپارچگی مفصل را تامین می کنند.

نکته بالینی : بی ثباتی مفصل هیپ در مقایسه با شانه.

بی ثباتی هیپ در بالغین به ندرت دیده می شود اما بی ثباتی مفصل گلنوهومرال از مشکلات نسبتا رایج در بالغین است. بی ثباتی هیپ در بچه ها، که مفصل هیپ در حال توسعه و تکامل است، رایج تر است. در هر صورت، گرچه تمرینات تقویتی برای مفصل شانه ممکن است یک شیوه مناسب برای افزایش ثبات باشد اما چنین شیوه ای برای بازگرداندن ثبات در هیپ نامناسب است. در حقیقت ثبات هیپ بیشتر به معماری استخوانی[1] و یکپارچگی بافت غیر انقباضی آن متکی است تا اینکه به حمایت عضلانی.

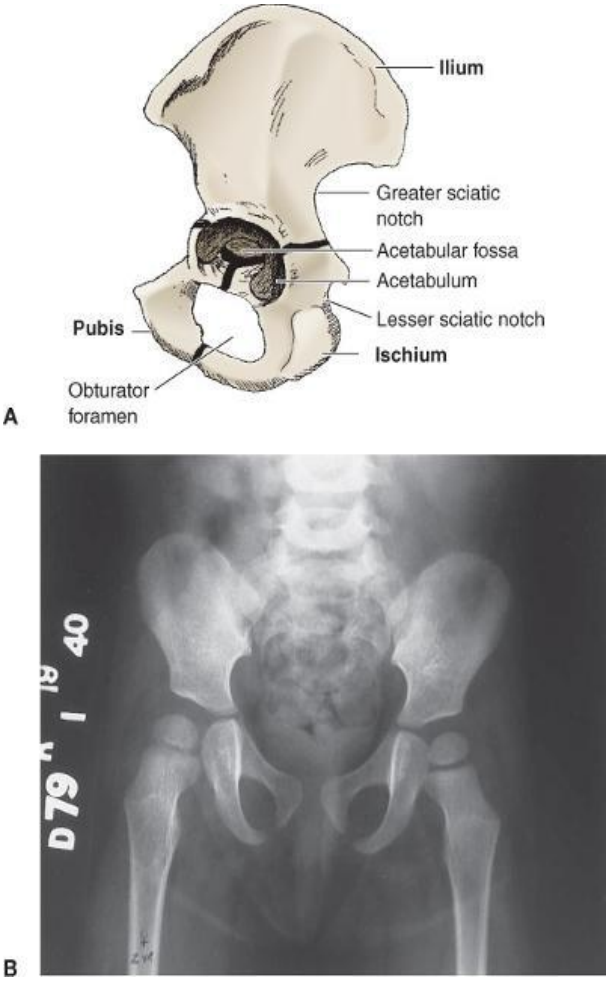
سطوح مفصلی در هیپ

سطح مفصلی پروگزیمال

سطح مفصلی پروگزیمال، که یک حفره فنجان مانند مقعر می باشد، استابولوم نام دارد و از سه جزء استخوانی تشکیل شده است: ایلیوم، ایسکیوم و پوبیس.

[1]. Bony architecture

پوبیس یک پنجم حفره و ایلیوم و ایسکیوم هر کدام دو پنجم از حفره استابولوم را تشکیل می دهند. فقط حاشیه فوقانی استابولوم، شکل گرد داشته و میزان گردی استابولوم به طور کلی با افزایش سن، کاهش می یابد. تنها یک بخش نعل اسبی شکل از محیط استابولوم که **سطح لونیت**[1] نام دارد به وسیله غضروف هیالین پوشیده شده و با سر فمور مفصل می شود و اجازه می دهد که استرس های تماسی به طور یکنواخت توزیع گردد (شکل۱-۱).



شکل ۱-۱: A: استابولوم با الحاق سه استخوان لگن تشکیل شده و فقط ناحیه نعل اسبی شکل فوقانی آن، مفصلی است. B: در این تصویر رادیو گرافی از کودک ۲ ساله بدون عارضه، الحاق غضروفی و نه استخوانی استابولوم مشهود است.

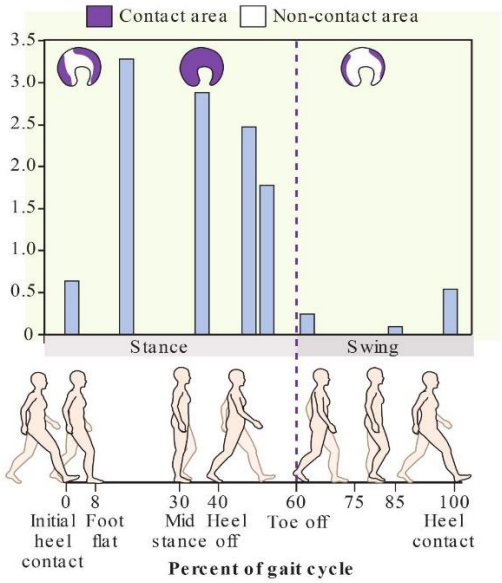
در بخش تحتانی سطح لونیت (قاعده بخش نعل اسبی) یک بریدگی عمیق (۶۰ تا ۷۰ درجه ای) به نام بریدگی استابولار وجود دارد. لیگامان استابولار عرضی دو لبه ی بریدگی استابولار را به هم وصل نموده و حلقه استابولار[2] را کامل می کند، به این ترتیب یک تونل استخوانی لیفی در زیر این لیگامان بوجود می آید که از درون آن رگ های خونی به قسمت مرکزی یا عمیق ترین بخش استابولوم، به نام حفره استابولار[3] وارد می شوند. **برخلاف سطح لونیت، حفره استابولار با سر فمور مفصل نمی شود.** حفره استابولار محتوی چربی فیبروالاستیک بوده و با لایه سینوویال پوشیده شده است.

• جهت گیری استابولوم بر تحرک هیپ و محل اعمال نیروهای تحمل وزن روی سر فمور تاثیر می گذارد. زمانی که مفصل هیپ در معرض بار قرار می گیرد، استابولوم روی سر فمور تغییر شکل می یابد و در اثر این تغییر شکل الاستیک، با سر فمور تطبیق یافته و با قسمت محیطی سطح مفصلی فمور در قدام، بالا و خلف تماس برقرار می کند.

• ضخیم ترین بخش غضروف استابولوم بخش فوقانی- قدامی گنبد استابولوم با قطر حدود ۳/۵ میلی متر است که به هنگام راه رفتن، بیشترین نیروی مفصلی را دریافت می کند. حین راه رفتن، نیروهای وارده بر هیپ از ۱۳٪ وزن بدن حین مرحله میانی آونگی راه رفتن[4] به بیش از ۳۰۰٪ وزن بدن حین مرحله میانی ایستایش[5] تغییر می کند. حین مرحله ایستایش، در زمانی که نیروها بیشترین مقدارند، سطح لونیت کمی تخت می شود و بریدگی استابولار کمی پهن می گردد؛ در نتیجه ناحیه تماس افزایش می یابد و این مکانیسمی برای تقلیل فشار حداکثر می باشد (شکل ۲ -۱).

1. Lunate surface

2. Acetabular rim
3. Acetabular fossa or floor
4. . Mid Swing
5. Midsatnce



شکل ۲–۱: مدل کامپیوتری تخمین نیروی کمپرسیون مفصل هیپ در مراحل سیکل راه رفتن. تصاویر بالای نمودارها، سطح تماس تقریبی استابولوم در سه نیروی کمپرسیون انتخاب شده را نشان می دهد. ناحیه تماس مفصل از ۲۰٪ سطح لونیت حین مرحله Swing به حدود ۹۸٪ در مرحله میانی ایستایش افزایش می یابد.

گرچه استابولوم به سمت خارج نگاه می کند اما تاحدودی به پائین و قدام نیز جهت گیری دارد. عموما زنان نسبت به مردان، کمی زاویه شیب[1] و آنتی ورژن[2] بیشتری دارند. اندازه سطح مفصلی استابولوم در زنان نسبت به مردان کوچک تر است. عملکرد طبیعی هیپ به پوشش مطلوب سر فمور توسط استابولوم نیاز دارد که تا حد زیادی تحت تاثیر عمق استابولوم است.

Acetabular Dysplasia، Coxa Profunda، Acetabular Protrusion ، Anterversion و Retroversion، واژه هایی برای توصیف ناهنجاری های استابولوم هستند که می توانند منجر به تخریب بیش از حد غضروف و استئوآرتریت شوند.

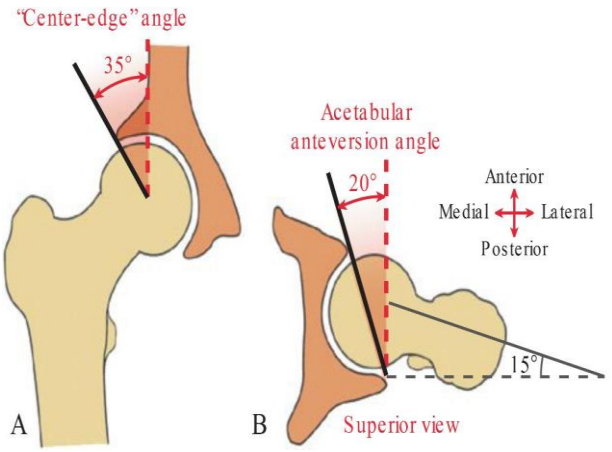
دیسپلازی استابولوم، استابولوم غیر طبیعی کم عمق است که باعث نقصان پوشش سر فمور می گردد و می تواند عاملی برای بی ثباتی و بارگذاری غیر طبیعی روی حاشیه ی فوقانی استابولوم باشد.

[1] . Inclination
[2] . Anterversion

واژه های Coxa Profunda و Acetabular Protrusio به شرایطی اشاره دارند که در آن استابولوم بیش از حد سر فمور را پوشش می دهد، این شرایط می تواند به محدودیت مکانیکی دامنه حرکتی و گیر افتادگی درونی بین الحاق سر – گردن فمور و استابولوم منتهی شود.

زوایای استابولوم

عمق استابولوم را می توان به عنوان Center Edge Angle اندازه گیری نمود. خطی که حاشیه خارجی استابولوم را به مرکز سرفمور وصل می کند با خط عمود گذرنده از مرکز سر فمور، زاویه ای می سازد که Center Edge Angle یا زاویه ویبرگ نام دارد (شکل۳– ۱). این زاویه نشان می دهد که به چه میزان استابولوم روی سر فمور در صفحه فرونتال پوشش می دهد. تقسیم بندی این زاویه به این صورت است: کمتر از ۱۶ درجه به عنوان دیسپلازی قطعی، ۱۶ تا ۲۵ درجه به عنوان دیسپلازی احتمالی و بیش از ۲۵ درجه به عنوان نرمال تقسیم بندی می شود. Lateral Center Edge Angle بیش از ۴۰ درجه ممکن است بیانگر پوشش بیش از حد سر فمور توسط استابولوم باشد. ناهنجاری در عمق، شیب و پیچش استابولوم (وضعیت غیر طبیعی استابوبوم در صفحه عرضی) می توانند بر پوشش سر فمور تاثیر گذارند. کاهش این زاویه بیانگر آن است که استابولوم جهت گیری عمودی تری داشته و در نتیجه پوشش روی سر فمور کاهش خواهد یافت، لذا خطر در رفتگی سر فمور افزایش خواهد یافت. با کاهش مقدار این زاویه به ۱۵ درجه، سطح تماس نرمال ۳۵ ٪ کاهش خواهد یافت. به لحاظ تئوریک، طی مرحله ایستادن برروی یک پا، این کاهش سطح تماس باعث افزایش فشار مفصلی (نیرو بر واحد سطح) تا حدود ۵۰ درصد خواهد شد. این وضعیت در طی سالیان متمادی راه رفتن باعث بروز **استئوآرتریت زود هنگام هیپ** خواهد شد که اغلب با شروع تغییرات دژنراتیو در لابروم استابولوم همراه خواهد بود.



شکل ۳- ۱: A: زاویه Center Edge، جهت گیری ثابت استابولوم در صفحه فرونتال، نسبت به لگن، را اندازه گیری می کند و بیانگر آن است که استابوبوم به چه میزان قسمت بالایی سر فمور را پوشش می دهد. این زاویه از تقاطع یک خط عمودی (خط مرجع ثابت، که در شکل به صورت نقطه چین نشان داده شده) با خط مرجع استابولار (که لبه بالایی خارجی استابولوم را به مرکز سر فمور وصل می کند) تشکیل می شود. هر چه خط مرجع استابولار عمودی تر باشد زاویه Center Edge کوچک تر بوده و پوشش کمتری روی قسمت فوقانی سر فمور می دهد. B: زاویه آنته ورژن استابولوم، جهت گیری ثابت استابولوم در صفحه افقی، نسبت به لگن، را اندازه گیری می کند. این زاویه نشان می دهد که به چه میزان استابولوم روی قسمت جلوئی سر فمور پوشش می دهد. این زاویه از تقاطع یک خط مرجع قدامی – خلفی (خط نقطه چین در شکل) با خط مرجع استابولار (که لبه قدامی و خلفی استابولوم را به هم متصل می کند) بوجود می آید. هر چه زاویه آنته ورژن استابولوم بزرگ تر باشد استابولوم روی نمای قدامی سر فمور، حفاظ یا پوشش کوچک تری ایجاد می کند. در شکل همچنین زاویه آنته ورژن نرمال ۱۵ درجه ای دیده می شود.

آنته ورژن استابولوم[1]

زاویه آنته ورژن استابولوم بیانگر میزان کجی رو به قدام[2] استابولوم می باشد. این زاویه نشان می دهد که به چه میزان استابولوم در صفحه افقی سر فمور را احاطه می کند. مقدار این زاویه به طور نرمال حدود ۲۰ درجه می باشد (شکل ۳–۱). حتی در شرایط نرمال، با این جهت گیری استابولوم بخشی از قسمت قدامی سر فمور بدون پوشش خواهد بود. لیگامان کپسولار قدامی ضخیم هیپ و تاندون ایلیوسواس، این قسمت آسیب پذیر مفصل را پوشش داده و حمایت می کنند. اگر این زاویه به صورت غیر طبیعی افزایش یابد، ثبات کم شده و سر فمور، به ویژه در انتهای چرخش خارجی، مستعد در رفتگی به جلو خواهد بود. همچنین موارد شدید آنته ورژن با صدمات لابروم قدامی، به ویژه در دامنه های زیاد چرخش خارجی، همراه است. احتمال این پاتولوژی ها در زمانی که آنته ورژن استابولوم با آنته ورژن بیش از حد فمور ترکیب شده، افزایش می یابد. اگر آنته ورژن استابولوم به صفر نزدیک باشد (یعنی استابولوم به خارج نگاه کند) یا واقعا منفی باشد (استابولوم به خلف نگاه کند) رتروورژن[3] استابولوم وجود داشته که می تواند استرس های غیر طبیعی بر مفصل اعمال کند. جهت گیری استابولوم با شیب[4] کمتر و یا آنته ورژن بیشتر می تواند به بی ثباتی منتهی شود. در عوض شیب بیشتر و یا رتروورژن می تواند به پوشش زیادی و گیر افتادگی بین استابولوم و سر- گردن فمور منجر شود.

لابروم استابولوم

کل محیط استابولوم بوسیله حلقه غضروفی لیفی گوه ای شکل به نام لابروم استابولوم مفروش شده است. این حلقه نه فقط عمق حفره را افزایش می دهد، بلکه از طریق شکل مثلثی خود تقعر استابولوم را افزایش داده و در نتیجه سر فمور را بهتر در بر می گیرد. چون اندازه و شکل سر فمور و حفره استابولوم یکسان نیست، پس وجود یک ساختار فرعی (لابروم) برای کمک به ثبات مفصل ضروری است. لابروم همچنین نیروی انتقال یافته به غضروف مفصلی را کاهش می دهد. لایه سطحی لابروم محتوی پایانه های عصبی آزاد و حسی است که ممکن است در مکانیسم های درد و حس عمقی (پروپریوسپتیو) نقش داشته باشد.

1. Acetabular Anteversion
2. Anterior Tilt
3. Retroversion
4. Inclination

علاوه بر افزایش ثبات هیپ، انعطاف پذیری لابروم به آن اجازه می دهد تا در هنگام تماس با گردن فمور، در انتهای فلکسیون ران، فشرده شده و در نتیجه به دامنه ی فلکسیون بیشتری در هیپ اجازه دهد. اگرچه هیپ نرمال به خاطر تو رفتگی عمقی استابولوم از ثبات ذاتی برخوردار است اما چنانچه استابولوم به صورت غیر نرمال کم عمق باشد، استرس وارده بر کپسول و لابروم محیطی افزایش می یابد. **لیگامان استابولار عرضی** در تداوم لابروم استابولوم در نظر گرفته می شود. به لحاظ بافت شناسی، این ساختار عمدتا لیگامانی بوده اما حاوی سلول های غضروفی است (با این باور که با بارهای فشاری مقابله می نماید). با این وجود، مطالعات تجربی نقش لیگامان عرضی استابولار به عنوان یک ساختار تحمل کننده بار را تایید نمی کنند. عقیده بر این است که این لیگامان عمدتا به عنوان یک باند تنشن بین قسمت های قدامی تحتانی و خلفی تحتانی استابولوم (پا های سطح مفصلی نعل اسبی شکل) عمل می کند و عروق خونی گذرنده از زیر آن، برای رسیدن به سر فمور، را حمایت می کند.

عمق نسبی استابولوم همراه با لابروم آن، در طول رشد جنینی و اوایل کودکی تغییر می کند. نسبت عمق[1] به قطر[2] استابولوم در دوران رحمی بیشترین و در زمان تولد کمترین مقدار است، سپس بار دیگر در دوران کودکی افزایش می یابد. کم بودن عمق استابولوم در موقع تولد یک ریسک فاکتور مهم برای در رفتگی مادرزادی هیپ است.

• به طور خلاصه عملکردهای لابروم عبارتند از:

۱- لابروم استابوم باعث افزایش ثبات در مفصل هیپ می شود و حجم حفره ی استابولوم را تقریبا ۳۰٪ افزایش می دهد.

۲- محفظه ی تشکیل شده در اطراف مفصل به وسیله لابروم به حفظ فشار منفی داخل مفصلی کمک می کند، لذا یک مکش کم را بوجود می آورد که در برابر از هم جداشدگی (دیستراکشن) سطوح مفصلی مقاومت می کند.

۳- لابروم استابولوم بطور غیر مستقیم باعث افزایش لغزنده سازی (لوبریکاسیون) و عملکرد توزیع بار سطوح مفصلی می شود

۴- لابروم استابولوم از طریق افزایش سطح تماس استابولوم و در نتیجه کاهش استرس تماسی (نیرو بر سطح)، به طور مستقیم از غضرف مفصلی محافظت می کند.

۵- لابروم عروق خونی بسیار کمی دارد و تنها یک سوم خارجی آن کمی خونرسانی دارد. به همین دلیل توانایی بسیار محدودی برای ترمیم پارگی دارد. برخلاف واسکولاریزاسیون ضعیف، لابروم از عصب گیری آوران خوبی برخوردار است از این رو قادر به تامین فیدبک پروپریوسپتو و حس درد (زمانی که واقعا آسیب دیده باشد) می باشد.

آسیب یا تغییرات دژنراتیو لابروم استابولوم

اصولا هر نوع حرکت بین تنه، لگن و فمور باعث تولید مقداری نیروهای فشاری، کششی یا برشی بر روی لابروم استابولوم می شود. بنابراین لابروم استابولوم یک بخش آسیب پذیر در مواقعی است که اختلالات مکانیکی وجود دارد. در سالهای اخیر با توجه به پیشرفت در جراحی های آرتروسکوپی و یا تکنیک های تصویربرداری مثل MRI، آگاهی های کلینیکی از این پاتولوژی افزایش یاقته است. مکانیسم های آسیب به لابروم استابولوم بطور قابل توجهی متفاوت است به طوری که این آسیب می تواند درتمام گروه های سنی اتفاق افتد.

در هیپ فرد مسن، تغییرات دژنراتیو در لابروم استابولوم خیلی شایع و بدون علامت می باشد. این نشان می دهد که تغییرات دژنراتیو استابولوم ممکن است با سایش طبیعی هیپ همراه باشد. آسیب استابولوم با شیوع کمتر اما به شکل ایزوله تر در افراد جوان، میانسال، فعال و اغلب بعد از حرکات تکراری زیاد و شدید هیپ اتفاق می افتد. این نوع آسیب بیشتر باعث پارگی یک چهارم قدامی استابولوم در محل اتصال غضروف مفصلی و لابروم می شود. درد بیشتر بر روی ناحیه قدامی کشاله ران گزارش می شود.

---

[1]. Depth
[2]. Diameter

سوء ظن به آسیب لابروم استابولوم موقعی افزایش می یابد که فرد علائم فوق را در هنگام ورزش هایی مثل فوتبال، گلف، کاراته، دویدن های طولانی و یا بسکتبال گزارش می کند. دیگر مکانیسم های آسیب به لابروم استابولوم شامل ترومای قابل توجه می باشند از جمله: ترومای همراه با دررفتگی مفصل هیپ، افتادن و یا تصادفات با موتور سیکلت. با این وجود اغلب شروع علائم دردناک ناشی از پارگی لابروم استابولوم بصورت موذیانه بوده و به یک واقعه خاصی ارتباط پیدا نمی کند. متاسفانه تشخیص پارگی لابروم استابولوم با مشکل همراه می باشد، مگر آن که با آرتروسکوپی دیده شود، و ممکن است سالها بدون تشخیص باقی بماند.

درمان آرتروسکوپیک پارگی لابروم استابولوم با دبریدمان قسمت پاره شده همراه است. از لحاظ تئوری پارگی یا تغییرات دژنراتیو لابروم استابولوم منجر به کاهش ثبات مفصلی، استرس زیاد برروی مفصل و کاهش تطابق سطوح مفصلی (عاملی که اغلب با پیشرفت و تشدید تغییرات دژنراتیو مفصل همراه است) خواهد شد. شکل نرمال سیستم اسکلتی در مفصل هیپ معمولا باعث کاهش تماس شدید بین قسمت پروگزیمال فمور و لبه استابولوم می شود. انحرافات مختصر در شکل استخوانی مفصل، وضعیت دینامیکی مطلوب در این ناحیه را به خطر می اندازد. مجاورت بیش از حد و مداوم پروگزیمال فمور و لبه استابولوم می تواند به لابروم نسبتا ظریف استابولوم آسیب بزند، ضایعه ای که اغلب گیر افتادگی فمورواستابولار[1] نامیده می شود. این وضعیت معمولا دردناک بوده و بیشتر در افراد جوان فعال یا میانسال، خصوصا افرادی که دائما فعالیت های آنها با فلکسیون مکرر هیپ همراه است، اتفاق می افتد. تحقیقات قویا نشان داده که آسیب لابروم استابولوم در اثر این گیر افتادگی، ممکن است علامت اولیه ی تغییرات دژنراتیو پیشرونده تر باشد.

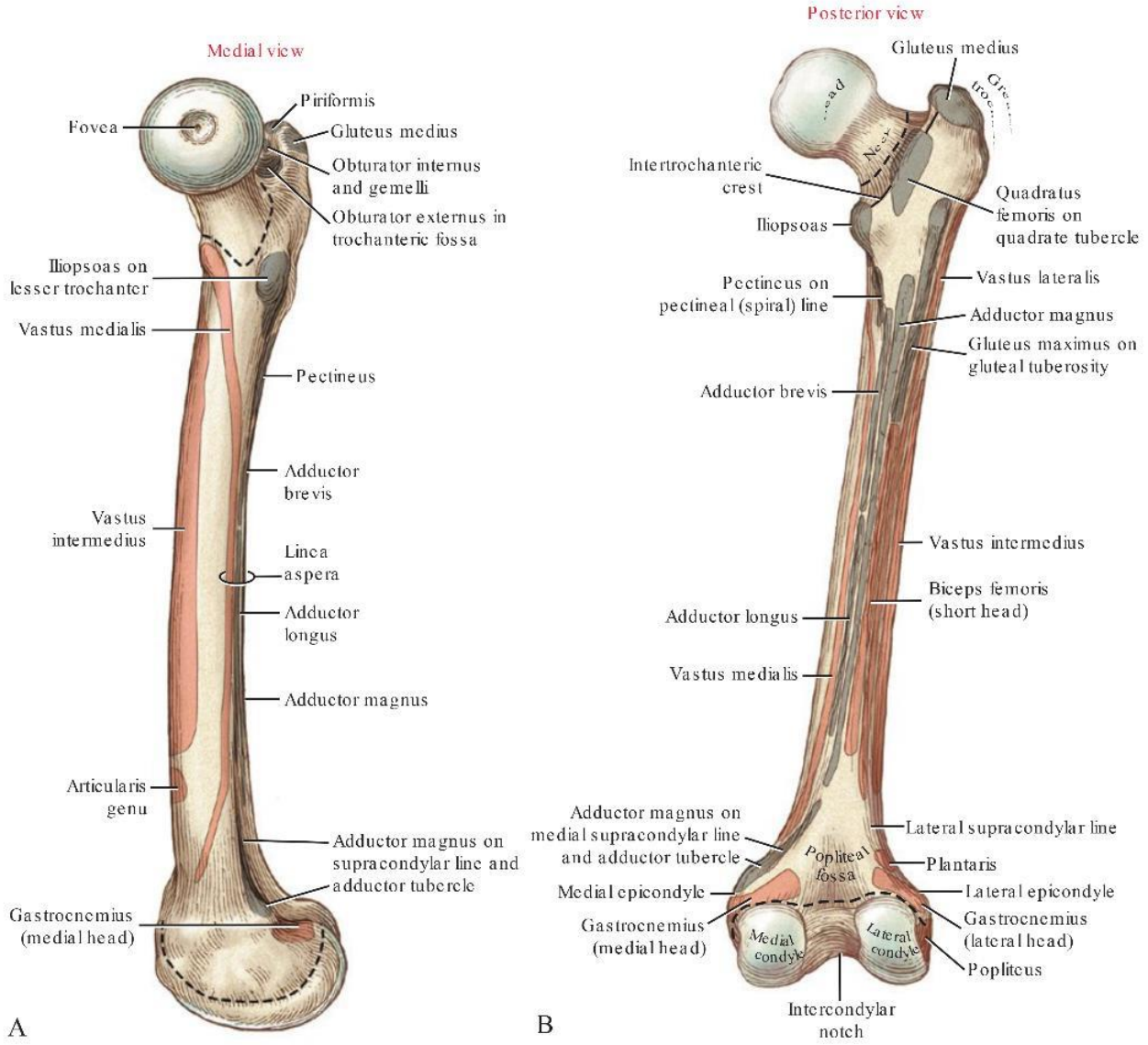
آنومالی های استخوانی که تمایل به ایجاد این پدیده گیر افتادگی دارند ممکن است ثانویه به تروما باشند اما بیشتر آنها اغلب با یک دیسپلازی نسبتا متوسط و یا تشخیص داده نشده قبلی ارتباط پیدا می کنند. درمان های کنسرواتیو سندرم گیرافتادگی فمورواستابولولار شامل استفاده از داروهای ضد التهابی غیراستروئیدی و محدود کردن فعالیت هایی است که باعث تشدید گیرافتادگی می شوند. این محدودیت های حرکتی عبارتند از: **جلوگیری از خم شدن زیاد مفصل هیپ** و یا به حداقل رساندن فعالیت هایی که باعث تشدید نیروهای فشاری بر روی نمای قدامی مفصل می شوند. مداخله جراحی شامل دبریدمان لابروم خرد شده و اصلاح راستای استخوان های بد شکل است.

سطح مفصلی دیستال

سر فمور بر خلاف شکل نامنظم تر استابولوم، یک سطح مفصلی نسبتا گرد پوشیده از غضروف هیالین بوده و ممکن است کمی بزرگ تر از یک نیمکره واقعی باشد. تمام سطح سر فمور به وسیله غضروف مفصلی پوشیده شده است به استثنای یک حفره کوچک به نام **Fovea Capitis** که لیگامان سر فمور به آن می چسبد (شکل۴- ۱).

درست پایین داخلی ترین نقطه روی سر فمور، یک حفره ی کوچک ناهموار تحت عنوان Fovea Capitis، وجود دارد. سر فمور درست پائین یک سوم میانی لیگامان اینگوئینال قرار دارد. سر فمور به داخل، بالا و قدام نگاه می کند. فاصله بین مراکز دو سر فمور در اندام تحتانی، ۱۷/۵ سانتی متراست. جهت گیری سر فمور نیز همانند استابولوم، بر تحرک هیپ و تحمل وزن مفصل تاثیر می گذارد. کل سطح سر فمور، به جز ناحیه Fovea، با غضروف مفصلی پوشانده شده است. در منطقه ی وسیعی در بالا و کمی قدام به Fovea Capitis، غضروف بیشترین ضخامت را دارد (حدود ۳/۵ میلی متر).

[1]. Femoral-acetabular Impingmen



شکل ۴- ۱: سطوح داخلی (A) و خلفی (B) فمور راست. اتصالات فمورال کپسول مفصل هیپ و کپسول مفصل زانو با خطوط نقطه چین نشان داده شده است.

زاویه سر و گردن فمور نسبت به تنه

دو زاویه بین سر و گردن فمور نسبت به تنه آن وجود دارد:

۱- زاویه شیب[1]، در صفحه فرونتال بین محور سر و گردن فمور با تنه آن تشکیل می شود

۲- زاویه تورشن (پیچش)، در صفحه عرضی بین محور سر و گردن و محوری که از میان کوندیل های فمور می گذرد، تشکیل می شود.

برای درک چگونگی شکل گیری این زوایا باید مراحل رشد جنینی را مد نظر قرار دهیم. در مراحل ابتدائی رشد جنینی، جوانه های اندام فوقانی و تحتانی از تنه به طرف خارج کشیده شده اند یعنی در موقعیت ابداکسیون کامل. حین هفته های ۷ و ۸، جوانه ها شروع به اداکسیون می کنند. در انتهای هفته هشتم، وضعیت جنینی اندام کاملا شکل گرفته است، اما اکنون دیگر اندام های فوقانی و تحتانی وضعیت مشابهی ندارند. جوانه اندام فوقانی تا حدودی به خارج می پیچد و باعث می شود که سطح شکمی (ونترال) جوانه اندام متوجه قدام شود.

[1]. Inclination