

# بررسی دقت حس وضعیت مفصل زانوی زنان ورزش کار سالم در زمان‌های مختلف یک سیکل قاعدگی

رز فولادی<sup>۱\*</sup> (M.Sc)، نسرين ناصري<sup>۲</sup> (Ph.D)، رضا رجبی<sup>۱</sup> (Ph.D)، مهرناز گران‌مايه<sup>۳</sup> (M.Sc)

۱- دانشگاه تهران، دانشکده تربیت بدنی

۲- دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده توان‌بخشی، گروه فیزیوتراپی

۳- دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده پرستاری و مامایی

## چکیده

سابقه و هدف: پارگی لیگامان متقاطع قدامی (Anterior cruciate ligament, ACL) از شایع‌ترین آسیب‌های اندام تحتانی در زنان ورزش کار است. در مطالعات گذشته، رابطه بین آسیب دیدگی ACL با سطح هورمون‌های جنسی زنان، هم‌چنین ارتباط آسیب دیدگی ACL با سیستم کنترل عصبی-عضلانی به اثبات رسیده است، ولی ارتباط بین کنترل عصبی-عضلانی با سطح هورمون‌های جنسی زنان کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است. لذا هدف از مطالعه حاضر، شناسایی این ارتباط از طریق بررسی حس وضعیت مفصل زانوی زنان ورزش کار سالم در سطوح مختلف هورمون‌های جنسی (استروژن و پروژسترون) می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه نیمه تجربی، ۱۶ زن ورزش کار سالم به صورت داوطلبانه شرکت کردند. حس وضعیت مفصل زانوی این افراد در سه نوبت سیکل قاعدگی، در حالت ایستاده و با روش بازسازی زاویه (زاویه هدف ۳۰°) بررسی شد. در هر سه نوبت به منظور تعیین سطح هورمون استروژن و پروژسترون خون‌گیری به عمل آمد. زوایای مفصل زانو با استفاده از سیستمی متشکل از مارکرگذاری پوستی، عکس‌برداری دیجیتال و نرم‌افزار AutoCAD ارزیابی شدند و خطای مطلق به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: میانگین خطای مطلق بازسازی زاویه هدف در سه نوبت سیکل قاعدگی، اختلاف معنی‌داری داشت ( $P=0/025$ ) و این اختلاف بین نوبت اول و سوم معنی‌دار بود ( $P=0/003$ ).

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج حاصله، دقت حس وضعیت مفصل زانوی زنان ورزش کار سالم در سطوح مختلف هورمون‌های جنسی، اختلاف معنی‌دار داشت و کم‌ترین آن مربوط به زمان منس (زمانی که هورمون‌های جنسی در حداقل غلظت هستند) بود.

واژه‌های کلیدی: حس وضعیت مفصل زانو، سیکل قاعدگی، هورمون‌های جنسی

## مقدمه

محور قرار دادن یک یا طی فعالیت‌های ورزشی، زنان را به میزان بسیار زیادی در معرض آسیب‌های اندام تحتانی، به‌خصوص زانو قرار داده است. شایع‌ترین این آسیب‌ها به پارگی لیگامان متقاطع قدامی (ACL) مربوط می‌شود، به

مطالعات انجام شده در ۳ دهه اخیر، افزایش روز افزون شرکت زنان در عرصه فعالیت‌های ورزشی را نشان می‌دهد [۱]. انجام حرکات مکرر پرش، تغییر سرعت و تغییر جهت با

زمان‌های آسیب‌دیدگی مفاصل در سطوح مختلف هورمونی در زنان [۸]، شاید بتوان نتیجه‌گیری کرد که بین هورمون‌های استروژن - پروژسترون و فعالیت گیرنده‌های حس عمقی ارتباط وجود دارد.

در مطالعات گذشته، رابطه بین آسیب‌دیدگی ACL با سطح هورمون‌های جنسی زنان به اثبات رسیده است. هم‌چنین مدارک کافی راجع به ارتباط آسیب‌دیدگی ACL با سیستم کنترل عصبی - عضلانی در جامعه ورزش‌کاران موجود است ولی مطالعه قابل توجهی راجع به ارتباط کنترل عصبی - عضلانی با سطح هورمون‌های جنسی وجود ندارد. لذا هدف این تحقیق شناسایی ارتباط سیستم کنترل عصبی - عضلانی با سطح هورمون‌های جنسی زنان (استروژن و پروژسترون) بود تا از این طریق، جامعه زنان جوان ورزش‌کار را از زمان‌های پر ریسک آسیب‌دیدگی ACL آگاه سازد.

## مواد و روش‌ها

این مطالعه به روش نیمه‌تجربی و به صورت نمونه‌گیری در دسترس انجام شده است. جامعه مورد مطالعه را ۱۶ زن ورزش‌کار سالم ۲۰-۳۵ ساله شهر تهران که به فعالیت ورزشی باشگاهی یا دانشگاهی مشغول بودند تشکیل می‌دادند. معیار ورود افراد به مطالعه: وجود حداقل ۲ سال سابقه فعالیت ورزشی مستمر در یکی از رشته‌های ورزشی که در آن اندام تحتانی متحمل وزن است (مثل بسکتبال و هندبال)، انجام فعالیت ورزشی حداقل ۳ ساعت در هفته و دارا بودن سیکل قاعدگی منظم و نرمال (۲۱-۳۵ روز) در سه ماه اخیر بوده است. معیارهای خروج از مطالعه: وجود سابقه آسیب شدید در اندام تحتانی در سه ماه اخیر، وجود بی‌ثباتی، درد و تورم از آسیب‌دیدگی یا جراحی قبل از ۳ ماه، استفاده از داروهای ضدبارداری و استروئیدی در ۶ ماه اخیر، مشکلات سیستم وستیبولار، وجود سابقه بیماری‌های روماتولوژیک، نورولوژیک و عصبی - عضلانی و مسافرت با تغییرات شدید آب و هوایی در سه ماه اخیر [۱۹] بوده است.

طوری‌که میزان شیوع آن در زنان ۶-۴ برابر مردان گزارش شده است [۳،۲].

از آن‌جا که مطالعات گذشته وجود گیرنده‌های استروژن را در فیبروبلاست‌های لیگامان متقاطع قدامی انسان شناسایی کرده‌اند [۵،۴] و هم‌چنین با شناخته شدن کلاژن به‌عنوان مهم‌ترین بخش تحمل‌کننده نیرو در لیگامان، محققین عنوان کردند که تغییرات ساختاری به‌دنبال افزایش استروژن می‌تواند مستعدکننده زنان ورزش‌کار نسبت به آسیب باشد [۷،۶،۴]. در واقع چنین به نظر می‌رسد که هورمون‌های جنسی (استروژن و پروژسترون) نقش بسیار مهمی در میزان آسیب‌دیدگی زنان داشته و سیستم عصبی - عضلانی آنان به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم تحت تاثیر سطح این دو هورمون است [۳].

در مطالعه‌ای که در زنان ورزش‌کار سالم در سطوح مختلف هورمونی صورت گرفته، مشخص شد که آسیب‌دیدگی ACL در طول یک سیکل قاعدگی پراکندگی یک‌نواخت نداشته است و میزان شیوع آسیب در سطوح مختلف هورمون استروژن و پروژسترون، متفاوت بوده است [۸]. این مسئله به تاثیر مستقیم هورمون استروژن بر کلاژن ساختمان لیگامانی [۹] و نقش آن در شلی لیگامانی نسبت داده شد [۱۰] ولی هیچ‌گونه هم‌زمانی دقیقی بین زمان شلی لیگامان‌ها و زمان شیوع بالای آسیب‌دیدگی زانو در زنان به‌دست نیامده است [۱۳،۱۲،۱۱] که شاید بتوان این مسئله را به گیرنده‌های دیگری در بدن نسبت داد.

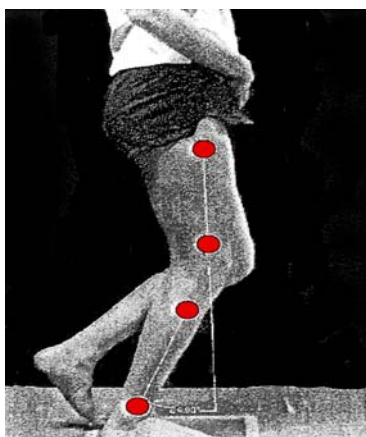
از سال‌ها پیش، وجود گیرنده‌های حس عمقی در زانو به اثبات رسیده است [۲] هم‌چنین نقش تثبیت‌کنندگی این گیرنده‌ها که در کپسول مفصلی، پوست، دوک‌های عضلانی، تاندون‌ها و لیگامان‌ها قرار دارند، گزارش شده است [۱۵،۱۴]. علاوه بر پیام‌های ارسالی از این گیرنده‌ها، اطلاعات صادره از حس بینایی، شنوایی و وستیبولار نیز در ایجاد ثبات دینامیک مفصل، کنترل و یادگیری حرکت نقش بسیار مهمی دارند [۱۸،۱۷،۱۶].

با توجه به نقش بسیار مهم گیرنده‌های حس عمقی در حفظ ثبات دینامیک مفاصل [۱۵،۱۴]، هم‌چنین پراکندگی

دقیقه، ۷ روز و ۲۰ روز، به ترتیب نتایج (ICC=۰/۹۷)، (ICC=۰/۹۴) و (ICC=۰/۷۳) حاصل شد.

برای انجام مارکرگذاری، هر فرد از یک شلوارک کوتاه ورزشی استفاده کرده و هیچ‌گونه پوشش دیگری در اندام تحتانی خود نداشت. هر کدام از افراد بر روی یک تخت درمانی در حالت طاق‌باز و کاملاً راحت قرار گرفتند و ۴ عدد مارکر پوستی قرمز رنگ به شکل دایره و با قطر ۴ سانتی‌متر به روش زیر در سمت خارجی اندام مورد تست در چهار نقطه چسبانده شد:

تروکانتر بزرگ لمس شده، سپس نوک تروکانتر بزرگ با متر پلاستیکی به قسمت میانی خط مفصلی خارجی زانو وصل شد. مارکر اول در ۱/۴ فوقانی این خط، مارکر دوم در گردن فیویلا و مارکر سوم در قسمت فوقانی مائلول خارجی چسبانده شد. سپس فرد در لبه تخت نشسته و در وضعیتی که زانو تقریباً ۹۰ درجه خم بود، مارکر چهارم در قسمت فوقانی چین پولیته آل در محاذات لبه فوقانی پاتلا چسبانده شد [۲۰] (شکل ۱). از آنجا که گزارشات می‌بنی بر عدم تفاوت حس وضعیت مفصل بین اندام غالب و غیر غالب وجود داشت [۲۱] آزمون‌گر زانوی راست را جهت ارزیابی انتخاب کرد.



شکل ۱. زاویه تست و بازسازی که بوسیله نرم افزار AutoCAD محاسبه شد.

از دوربین فیلم‌برداری سونی، با رزولاسیون ۴ مگاپیکسل جهت عکس برداری استفاده شد. دوربین در تمام مراحل مطالعه در فاصله ۱۸۵ سانتی‌متری از تخت و ۶۵ سانتی‌متری از سطح زمین به صورتی که لنز آن کاملاً در امتداد مفصل زانو باشد، بر روی سه پایه و عمود بر صفحه حرکتی زانو تراز شد.

افراد مورد مطالعه ابتدا یک رضایت‌نامه از شرکت در مطالعه و یک فرم جمع‌آوری اطلاعات شامل مشخصات دموگرافیک و سابقه ورزشی پر کردند. سپس آموزش لازم نسبت به آنچه باید انجام می‌گرفت برای هر فرد داده شد. نمونه‌ها در طول یک سیکل قاعدگی تعقیب شدند و از آن‌ها توسط محقق خون‌گیری به عمل آمد. روزهای خون‌گیری شامل روز ۳-۲ آغاز سیکل (زمان منس یا همان ارلی فولیکولار)، روز ۹-۷ سیکل (زمان مید فولیکولار) و ۹-۷ روز بعد از اوولیشن (زمان لوتتال) یعنی روزهای ۲۳-۲۰ پس از آغاز سیکل بوده است. این زمان‌ها به ترتیب به‌عنوان شاخص عدم حضور هر دو هورمون، اوج حضور استروژن و اوج حضور پروژسترون در نظر گرفته شد [۱۹]. نمونه‌های خون گرفته شده، بعد از حداقل ۵ دقیقه سکون (به منظور ایجاد لخته)، به آزمایشگاه بیمارستان شریعتی تهران منتقل شدند. در آن آزمایشگاه، تمام نمونه‌های خونی توسط یک آزمون‌گر، در یک زمان و به روش Elisa، به وسیله دستگاه Elisa reader مدل SLT، که اساس کار آن به روش رنگ‌سنجی است آنالیز شدند. کیت مورد استفاده تمام نمونه‌ها دیامترا بود. در طی نمونه‌گیری، چنان‌چه نتایج آزمایش هورمونی از محدوده طبیعی مربوط به زمان نمونه‌گیری خارج بود، نمونه از مطالعه خارج می‌شد. به دلیل تاثیر طول روز بر سطوح هورمونی افراد [۱۹]، تمام نمونه‌گیری‌ها در یک فصل سال انجام شد.

به منظور ارزیابی حس وضعیت مفصل زانو از روش تست زاویه هدف و بازسازی آن در وضعیت ایستاده استفاده شد. زوایای مفصل زانو با استفاده از سیستمی متشکل از مارکرگذاری پوستی، عکس‌برداری دیجیتال و نرم‌افزار AutoCAD ارزیابی شدند. قبل از شروع آزمون، پایایی روش اندازه‌گیری زوایا با نرم‌افزار AutoCAD در تکرار یک آزمون‌گر محاسبه شد و پایایی بسیار بالا به دست آمد (ICC=۰/۹۹۹). هم‌چنین در بررسی پایایی روش مارکرگذاری توسط یک آزمون‌گر در سه فاصله زمانی ۵

اطلاعات به دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS ۱۱/۵ مورد پردازش قرار گرفتند. جهت ارزیابی توزیع متغیرهای کمی با توزیع نظری نرمال از آزمون کولموگراف-اسمیرنوف استفاده شد و برای مقایسه متغیرهای کمی در سه نوبت اندازه گیری هورمونی، از آزمون آنالیز واریانس تکرارشونده استفاده شد.

## نتایج

افراد مورد مطالعه دارای میانگین سنی  $(۲۳/۶۲ \pm ۱/۴)$ ، میانگین قد  $(۱۶۶/۵۶ \pm ۶/۱۴)$  و میانگین وزن  $(۵۸/۸۷ \pm ۹/۶)$  بوده‌اند. در شکل ۲ الف و ب میانگین سطح هورمونی در سه نوبت خون‌گیری نشان داده شده است. نتایج آزمون آنالیز واریانس تکرارشونده بین سطح هورمون استروژن و پروژسترون در ۳ نوبت اندازه‌گیری اختلاف معنی‌دار نشان داد. آزمون تعقیبی LSD انجام شده نشان داد که اختلاف معنی‌دار سطح استروژن بین زمان منس با زمان میدفولیکولار و منس با لوتئال بوده است  $(P=۰/۰۰۰۱)$  و سطح این هورمون در دو زمان لوتئال و میدفولیکولار اختلاف معنی‌داری نداشت. هم‌چنین کم‌ترین میزان استروژن مربوط به زمان منس و بیش‌ترین میزان آن مربوط به زمان لوتئال بود (شکل ۲- الف). آزمون تعقیبی انجام شده بین سطوح هورمون پروژسترون نشان داد که این اختلاف بین زمان منس با لوتئال و هم‌چنین بین زمان میدفولیکولار با لوتئال معنی‌دار بود  $(P=۰/۰۰۰۱)$ . کم‌ترین میزان پروژسترون مربوط به زمان میدفولیکولار (با تفاوت کمی با زمان منس) و بیش‌ترین آن مربوط به زمان لوتئال بوده است (شکل ۲- ب).

شکل ۳ میانگین خطای مطلق بازسازی زاویه هدف را در سه نوبت نمونه‌گیری نمایش داده است. نتایج آزمون آنالیز واریانس تکرار شونده بین میانگین‌های خطای مطلق بازسازی زاویه در سه نوبت نمونه‌گیری نشان داد که بین ۳ نوبت اختلاف معنی‌دار وجود داشت  $(P=۰/۰۲۵)$ . همان‌طور که مشاهده می‌شود، بیش‌ترین میانگین خطای مطلق بازسازی زاویه مربوط به زمان منس و کم‌ترین میزان آن مربوط به زمان

یک عدد گونیامتر، در زاویه  $۳۰^{\circ}$ ، در دیوار پشت محل ایستادن نمونه‌ها به گونه‌ای نصب شد که فقط آزمون‌گر می‌توانست آن را ببیند. سپس فرد مورد آزمایش در وضعیت ایستاده قرار می‌گرفت و از او خواسته می‌شد تا در شروع تست پای چپ خود را، در حدی که فقط کمی از زمین فاصله داشته باشد، از زمین جدا کرده و دست سمت راست را نیز بر روی تنه خود برای جلوگیری از پنهان شدن مارکرها بگذارد. هم‌چنین سر خود را صاف نگه دارد (برای جلوگیری از تحریک سیستم وستیبولار) و تنه را به سمت عقب و یا جلو متمایل نکند (برای یکسان بودن گشتاورهای ایجاد شده در مفاصل اندام تحتانی در همه افراد). آزمون‌گر وضعیت تنه و سر را از طریق رسم یک خطی که عمود بر روی دیوار کنار آزمودنی رسم شده بود، کنترل می‌کرد. از هر فرد درخواست می‌شد تا در حدی که فقط برای حفظ تعادل کافی باشد، دست چپ را به دیوار تماس دهد. سپس در حالی که چشمان فرد مورد آزمایش بسته بود از وی خواسته می‌شد با سرعت تقریبی (تقریباً ۱۰ درجه در ثانیه) چنبا تمه بزند. وقتی زانو به زاویه تقریباً  $۳۰^{\circ}$  درجه می‌رسید دستور توقف داده می‌شد و سپس از او خواسته می‌شد تا آن زاویه را به مدت ۵ ثانیه نگه دارد و بعد از آن، زانو را با سرعت دلخواه به وضعیت شروع برگرداند و بعد از ۷ ثانیه، زاویه را بازسازی کند. از هر زاویه تست و بازسازی عکس گرفته می‌شد.

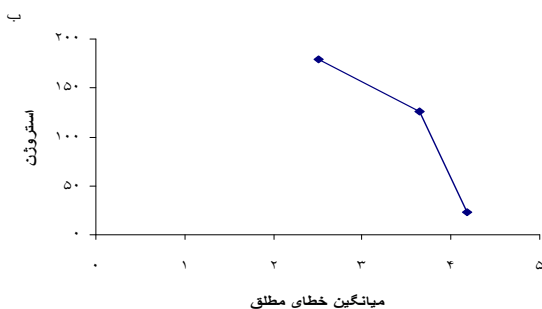
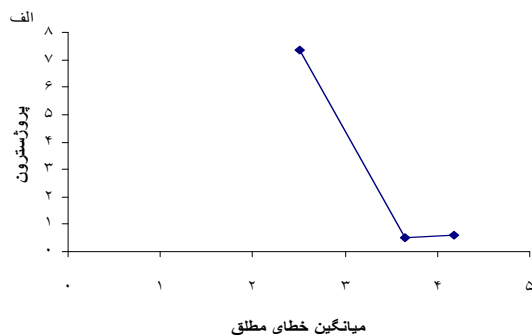
در وضعیت ایستاده، پای راست هر فرد در یک وضعیت ثابت که در آن پنجه‌ها مختصری به سمت خارج متمایل باشند، قرار می‌گرفت. هم‌چنین برای کنترل چرخش‌های ساق و ران، و یکسان بودن حرکت برای همه افراد، از هر فرد درخواست می‌شد تا در هنگام چنبا تمه زدن، با حفظ زاویه پا (حدود ۱۰ درجه)، سعی کند پاتلا را مستقیم رو به جلو نگه دارد. به منظور دقت بیش‌تر اندازه‌گیری، تست زاویه و بازسازی آن ۳ بار تکرار شد و بین هر تکرار ۱ دقیقه استراحت داده می‌شد. اختلاف زاویه تست و بازسازی به عنوان خطای مطلق در نظر گرفته شد.

میانگین خطای مطلق و سطح هورمون پروژسترون (به دلیل نرمال نبودن توزیع داده‌ها)، از آزمون اسپیرمن استفاده شد. در جدول ۱ نتایج حاصل از رابطه بین میانگین خطای مطلق بازسازی زاویه هدف با سطح هر یک از دو هورمون استروژن و پروژسترون نشان داده شده است.

جدول ۱. رابطه بین میانگین خطای مطلق بازسازی زاویه هدف با سطح هورمون‌های جنسی زنان (n=۱۶)

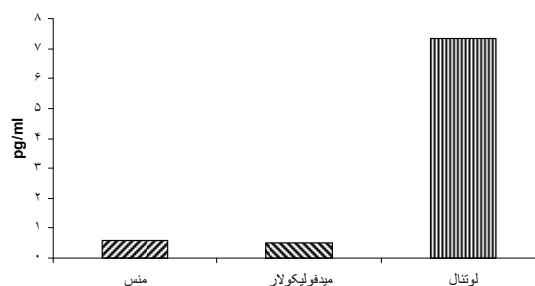
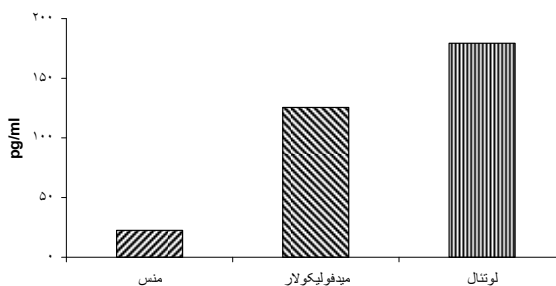
مولفه‌ها		p	r
میانگین خطای مطلق	سطح هورمون استروژن	۰/۰۵۸	-۰/۲۷۵
	سطح هورمون پروژسترون	۰/۰۱۰	-۰/۳۷۰

بر اساس نتایج آزمون پیرسون، بین میانگین خطای مطلق بازسازی زاویه و سطح هورمون استروژن هم‌بستگی معکوس وجود دارد و رابطه معنی‌دار نیست. هم‌چنین با توجه به نتایج حاصل از آزمون اسپیرمن، بین خطای مطلق بازسازی زاویه هدف و سطح هورمون پروژسترون هم‌بستگی معکوس است ولی رابطه معنی‌دار است. رابطه خطی بین سطح این دو هورمون با میانگین خطای مطلق بازسازی زاویه، در شکل ۴ آمده است.

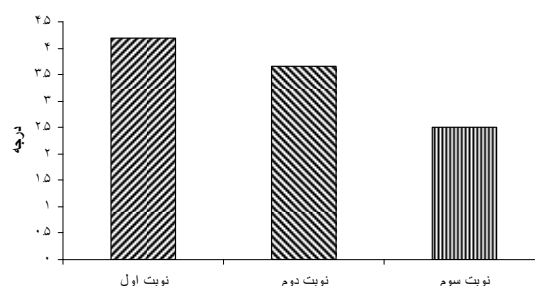


شکل ۴. رابطه خطی بین سطوح هورمون الف) پروژسترون و ب) استروژن با میانگین خطای مطلق بازسازی زاویه هدف

لوتتال بود. در آزمون تعقیبی LSD میانگین خطای مطلق بین نوبت اول و سوم (منس و لوتتال) اختلاف معنی‌دار داشت و مقدار عددی (P=۰/۴۶) مربوط به اختلاف زمان منس و میدفولیکولار، (P=۰/۰۷۱) مربوط به اختلاف زمان میدفولیکولار و لوتتال و (P=۰/۰۰۳) مربوط به اختلاف دو زمان منس و لوتتال بوده است.



شکل ۲. میانگین سطح هورمون استروژن (الف) و پروژسترون در زمانهای مختلف سیکل قاعدگی



شکل ۳. میانگین خطای مطلق بازسازی زاویه در سه نوبت نمونه‌گیری

هم‌بستگی بین میانگین خطای مطلق بازسازی زاویه هدف با سطح هورمون استروژن و پروژسترون هم بررسی شد. برای بررسی هم‌بستگی بین میانگین خطای مطلق و سطح هورمون استروژن (به دلیل نرمال بودن توزیع داده‌ها در آزمون ks)، از آزمون پیرسون استفاده شد و برای بررسی هم‌بستگی بین

از آنجا که در مطالعه حاضر، نمونه‌گیری ۳ بار تکرار شده است. به منظور بررسی تاثیر تکرارها بر یادگیری افراد، آزمون آماری کروسکال والیس (به دلیل نرمال نبودن توزیع داده‌ها) انجام گرفت. در نتیجه به دست آمده از این آزمون اختلاف معنی‌داری در تکرارها دیده نشد ( $P=0/504$ ).

## بحث و نتیجه‌گیری

در نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر، بیش‌ترین میانگین خطای مطلق بازسازی زاویه مفصل زانو مربوط به زمان منس بوده است که هر دو هورمون استروژن و پروژسترون در پایین‌ترین سطح خود بودند. میانگین خطای مطلق بازسازی به تدریج در دو نوبت دوم و سوم کاهش یافته است به گونه‌ای که کم‌ترین خطا، در زمان لوتئال بود که بیش‌ترین سطح هورمون استروژن و پروژسترون وجود داشت. در بررسی هم‌بستگی بین خطای مطلق بازسازی زاویه و سطح هورمون استروژن و پروژسترون هم رابطه معکوس دیده شد. بدین معنی که با افزایش سطح این دو هورمون در طول یک سیکل قاعدگی، میزان خطای حس وضعیت مفصل کاهش می‌یابد. با توجه به وجود گیرنده‌های استروژن در فیبروبلاست‌های لیگامان متقاطع قدامی انسان [۵،۴] و تاثیرگذاری مستقیم و غیرمستقیم این هورمون بر سیستم عصبی - عضلانی زنان [۳]، افزایش خطای بازسازی زاویه مفصل زانو را می‌توان به عدم حضور هورمون استروژن، یا هر دو هورمون و یا افت یک‌باره آن‌ها نسبت داد. اسلاتربک (۲۰۰۲)، دلیل شیوع بالای آسیب‌دیدگی غیربرخوردی ACL را در زمان منس، افت ناگهانی هورمون استروژن و پروژسترون بعد از افزایش تدریجی آن‌ها دانست. از طرفی پستوما در سال ۱۹۸۷ بیان کرد که زنان در حوالی زمان منس، مهارت حرکتی کم‌تری دارند [۲۲] و لبران چنین گزارش کرد که استروژن بر سیستم عصبی مرکزی هم تاثیرگذار است و اجرای مهارت‌ها در زنان، در زمان‌های مختلف یک سیکل قاعدگی متفاوت است [۲۳]. علاوه بر موارد ذکر شده و با در نظر گرفتن این مسئله که بسیاری از زنان با تغییرات خلقی و رفتاری در شروع سیکل

قاعدگی مواجه هستند [۲۴]، ممکن است حس عمقی مفصل تحت تاثیر شرایط روحی و محیطی افراد هم قابل تغییر باشد، لذا شاید بتوان کاهش دقت حس وضعیت مفصل زانو را در زمان منس به تغییرات روحی و هیجانی طبیعی افراد در این زمان نیز نسبت داد.

کاهش خطای بازسازی زاویه در نوبت دوم نمونه‌گیری که هم‌زمان با افزایش سطح هورمون استروژن بوده است، می‌تواند ناشی از افزایش میزان شلی قدامی زانو به دلیل حضور استروژن [۲۵ و ۲۶ و ۱۲] و افزایش کنترل فعال عضلانی با هدف حفظ ثبات زانو باشد. در واقع از این طریق، فراخوانی گیرنده‌های مکانیکی عضلات بیش‌تر می‌شود. از طرفی می‌دانیم که لیگامان‌ها دارای دو نقش حسی و مکانیکی هستند و گیرنده‌های لیگامانی باید در راستای همین دو وظیفه عمل کنند. در حضور هورمون استروژن، احتمالاً گیرنده‌های استروژن در ACL، به عنوان پروپروسیپتور، اطلاعات بیش‌تری از وضعیت مفصل مخابره و ارسال می‌نمایند. هرچند که معلوم نشده است که آیا گیرنده‌ها به عنوان مکانوسپتور عمل می‌کنند یا خیر؟

بعضی مطالعات، شلی قدامی زانو را در زنان نسبت به مردان، عامل اصلی آسیب دیدگی‌های غیر برخورداری ACL می‌دانند [۱۰] ولی اسلاتربک (۲۰۰۲) شیوع بالای آسیب‌های غیر برخورداری ACL را زمان منس اعلام کرد که این امر با زمان افزایش شلی قدامی زانو در اوج حضور استروژن، هم‌بستگی ندارد. هم‌چنین، در سال ۲۰۰۶ بوئرمن و همکارانش چنین بیان کردند که شلی قدامی زانو نمی‌تواند دلیل شیوع بالای آسیب‌های غیر برخورداری ACL در زنان باشد [۲۷] زیرا عوامل ثبات دینامیک برای جبران بی‌ثباتی به وجود آمده در یک زانوی سالم، وارد عمل می‌شوند.

بر اساس مطالعه شولتز و همکاران، افزایش شلی قدامی زانو با نیروی فعال عضلانی بیش‌تر، به منظور حفظ ثبات زانو جبران می‌شود. آن‌ها چنین نتیجه گرفتند که افزایش شلی قدامی زانو ممکن است باعث کاهش حساسیت نسبت به جابه‌جایی مفصل و اعمال نیرو شود (کاهش رفلکس)، ولی

موجب افزایش کنترل فعال عضلات گاستروکنمیوس و بای سپس فموریس و افزایش پتانسیل جبران بی ثباتی پاسیو مفصل می شود. پارک (۲۰۰۷) هم در تحقیق خود به این نتیجه رسید که شلی قدامی زانوی زنان در زمان افزایش سطح هورمون استروژن، افزایش می یابد ولی از دامنه حرکت چرخشی در همین زمان کاسته می شود. او این امر را مسئول کاهش اعمال نیرو به زانو و یک مکانیسم محافظتی زانو در افراد سالم دانست [۱۲]. نتایج این تحقیقات نشان می دهد که بی ثباتی حاصل از حضور پررنگ استروژن در بدن، توسط عوامل بسیاری (از جمله عضلات) جبران می شود که این مسئله در حفظ دقت حس وضعیت مفصل زانو موثر است.

این یافته ها با نظر جانسون در سال ۱۹۹۰ که ارتباط مفصلی - تاندونی - عضلانی را مطرح کرد مطابقت دارد. گرچه او اظهار کرد که آوران های عضلانی، اساساً عامل عصبی اصلی برای هدایت کنترل عضلانی هستند اما دوک های عضلانی به تعداد زیادی تحت تاثیر اطلاعاتی ضروری هستند که توسط آوران های مفصلی از طریق سیستم فیوزی موتور منتقل می شوند. جانسون این مورد را (ارتباط مفصلی - تاندونی - عضلانی) به عنوان داده مشترک نهایی عنوان کرد. این تئوری بیان می کند که دوک های عضلانی، اطلاعات آوران های محیطی را با هم تلفیق می کنند و سپس یک سیگنال اصلاح شده نهایی را منتقل می کنند که نهایتاً مسئول تنظیم رفلکس های هماهنگ شده می باشد [۲۸]. آدچی و همکاران هم در مطالعه ای گزارش کردند که هم بستگی بین شلی قدامی زانو و خطای حس وضعیت این مفصل معنی دار نیست و چنین نتیجه گرفتند که حس وضعیت مفصل زانو تحت تاثیر عدم ثبات این مفصل قرار نمی گیرد [۲۹].

در این تحقیق دیده شد که با افزایش بیش تر سطح هورمون استروژن در زمان لوتئال، میانگین خطای مطلق بازسازی مفصل زانو باز هم کاهش می یابد به گونه ای که تفاوت آن با میانگین خطای بازسازی زاویه در زمان منس، معنی دار بوده است. البته این امر با توجه به مطالب ذکر شده راجع به نقش استروژن در بدن، دور از ذهن نیست ولی ظاهراً

با نقش آنتاگونیستی پروژسترون بر استروژن، در مورد دقت حس وضعیت مفصل صدق نمی کند.

نقش آنتاگونیستی پروژسترون بر استروژن، بحثی بود که پارک (۲۰۰۷) آن را برای توجیه کاهش ناچیز شلی قدامی زانو از زمان فولیکولار به لوتئال مطرح کرد، هر چند که اختلاف معنی داری وجود نداشت. از طرفی، با توجه به این که لیو (۱۹۹۶) و سیور (۱۹۹۷) وجود گیرنده های استروژن و پروژسترون را در ACL گزارش کردند [۵،۴] شولتز هم در سال ۲۰۰۵ طی نمونه گیری هر روزه در طول یک ماه، شلی قدامی زانو را در حوالی زمان تخمک گذاری که استروژن به اوج خود می رسد و در ابتدای زمان لوتئال که پروژسترون افزایش یک باره دارد، بیش تر دانست و اوج آن را زمان لوتئال (به دلیل حضور هر دو هورمون) گزارش کرد [۱۱]. در تحقیق حاضر نیز با معنی دار شدن رابطه خطای مطلق بازسازی زاویه و سطح هورمون پروژسترون، به نظر می رسد پروژسترون نقش مهم تری در کاهش خطای مطلق بازسازی زاویه مفصل زانو داشته باشد.

نتیجه حاصل را نمی توان به تاثیر یادگیری حاصل از تکرار در نمونه گیری ربط داد. زیرا در مطالعه انجام شده توسط مارکس (۱۹۹۳) و مطالعه حاضر، عدم تاثیر تکرارها بر یادگیری افراد دیده شده است [۳۰].

به طور کلی از مطالعات انجام شده چنین به نظر می رسد که هورمون پروژسترون در ایجاد شلی قدامی زانو و دقت حس وضعیت آن، نه تنها مخالف استروژن عمل نمی کند، بلکه همکار و تقویت کننده اثر آن نیز هست.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که دقت حس وضعیت مفصل زانوی زنان ورزشکار سالم در زمان های مختلف یک سیکل قاعدگی، یعنی در سطوح مختلف هورمون های جنسی متفاوت بود. بیش ترین و کم ترین خطای این حس (با تفاوت معنی دار) به ترتیب به زمان منس، با حداقل سطح هورمونی و زمان لوتئال با حداکثر سطح هورمونی، مربوط بود. لذا با توجه به نتایج حاصله، لزوم توجه

[11] Shultz SL, Sander TC, Kirk SE, Perrin DH. Sex differences in knee joint laxity change across the female volunteer cycle. *J Sports Med Phys Fitness* 2005; 45:594- 603.

[12] Park SK, Stefanyshyn DJ, Hart DA, Loitz-Ramage B, Ronsky JR. Influence of hormones on knee joint laxity and joint mechanics in healthy females. *J of Biomechanics*.2007; 40: 42- 50.

[13] Slauterbeck JR, Fuzie SF, Smith MP, Clark RJ, Xu K, Starch DW, and Hardy DM. The menstrual cycle, sex hormones, and anterior cruciate ligament injury. *J Athl Train* 2002; 37: 275-280.

[14] Prentice WE. Rehabilitation techniques in sports medicine. 3rd ed.1999,PP: 88-102.

[15] Bruce Brownstein, Shaw Bronner. Evaluation treatment and outcomes functional movement in orthopaedic and sports physical therapy. 1sted.1997. page 252 -301

[16] Ghez C. The control of movement. In:Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM, eds. Principles of Neural Science.3th ed. New York, NY:Elsevier Science; 1991: 533-547.

[17] Riemann BL, Guskiewicz Km. Contribution of peripheral somato sensory system to balance and postural equilibrium. In: Lephart SM. Fu FH, eds. Proprioception and neuromuscular control in joint stability: champaign, IL: Human Kinetics, 2000.

[18] Riemann BL. and Lephart SM. The sensorimotor system, part II: The role of proprioception in motor control and functional joint stability. *J Athel Train* 2002; 37: 80-84.

[19] Speroff L, Fritz MA. Clinical gynecologic endocrinology and infertility. Lippincott Williams E Wilkins. A wolters kluwer company. 7 th ed. 2005,PP: 187-225.

[20] Stillman BC. and McMeeken JM. The role of weightbearing in clinical assessment of knee joint position sense. *Aust J Physiother* 2001; 47: 247-253.

[21] Herrington L. Knee joint-position sense: The relationship between open and closed kinetic chain tests. *J Sport Rehabil* 2005; 14:356-362.

[22] Posthuma BW, Bass MJ, Bull SB. and Nisker JA. Detecting changes in functional ability in women with premenstrual syndrome. *Am J Obstet Gynecol* 1987; 159: 275-278.

[23] Lebrun CM. The effect of the phase of the menstrual cycle and the birth control pill in athletic performance. *Clin Sports Med* 1994; 13: 419-441.

[24] Berek J. Novak's Gynecology. Lippincott Williams E Wilkins. A wolters kluwer company. 13 th ed. 2002,PP:323-50.

[25] Heitz NA, Eisenman PA, Beck CL, Walker JA. Hormonal changes throughout the menstrual cycle and increased anterior cruciate ligament laxity in females. *J Athl Train*. 1999; 34: 144-149.

[26] Shultz SJ, Carcia CR, Perrin DH. Knee joint laxity affects muscle activation patterns in the healthy knee. *J Electro Kinesio* 2004; 14: 475-483

[27] Bowerman SJ, Smith DR, Carlson M, King GA. A comparison of factors influencing ACL injury in male and female athletes and non-athletes. *PT in Sport*. 2006; 7: 14-152.

[28] Lephart SM, Pincivero DM, Giraldo JI. and Fu FH. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *Am J Sports Med* 1997; 25: 130-137.

[29] Adachi N, Ochi M, Uchio Y, Iwasa J, Ryoike K. and Kuriwaka M. Mechanoreceptors in the anterior cruciate ligament contribute to the joint position sense. *Acta Orthop Scand* 2002; 73: 330-334.

[30] Marks R, Quinney HA. and Wessel J. Proprioceptive sensibility in women with normal and osteoarthritic knee joints. *Clin Rheumatol* 1993; 12: 170-175.

بیش تر و استفاده از وسایل حمایتی برای مفصل زانو در زمان منس احساس می شود.

## تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مسئولین محترم و همکاران ارجمند

آزمایشگاه حرکات اصلاحی دانشکده تربیت بدنی دانشگاه

تهران که نمونه گیری این مطالعه در آنجا انجام شده و

آزمایشگاه مرکزی بیمارستان شریعتی تهران که نمونه های

خونی گرفته شده را ارزیابی کردند کمال تشکر و قدردانی

به عمل می آید.

## منابع

[1] Schepsis AA , Buscom BD. Orthopedic Surgery Essentials; Sports medicine. 1st Ed. 2006, PP: 51-60.

[2] Frontera WR, Herring SA, Micheli LJ, Silver JK. Clinical sports medicine, medical management and rehabilitation.1sted. 2007,PP: 96-98.

[3] Arendt E. and Dick R. Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer. NCAA data and review of literature. *Am J Sports Med* 1995; 23: 694-701.

[4] Liu SH, Al-Shaikh R, Panossian V, Yang RS, Nelson SD, Soleiman N. and et al. Primary immunolocalization of estrogen and progesterone target cells in the human anterior cruciate ligament. *J Orthop Res* 1996; 14: 526-33.

[5] Sciore P, Smith S, Frank CB, Hart DA. Detection of receptors for estrogen and progesterone in human ligaments and rabbit ligaments and tendons by RT-PCR. 43rd Annual Meeting of the orthopaedic research society. Orthopaedic Research Society; San Francisco CA, USA. 1997.P:51-9

[6] Hamlet WP, Liu SH, Panossian V. and Finerman GA. Primary immunolocalization of androgen target cells in the human anterior cruciate ligament. *J Orthop Res* 1997; 15: 657-663.

[7] Yu WD, Hatch JD, Panossian V, Finerman GA, Liu SH. Effect of estrogen on cellular growth and collagen synthesis of human ACL. An explanation for female athletic injury. 43rd Annual Meeting of Orthopaedic Research Society; Rider Dickerson, Inc, San Francisco CA, USA. 1997. PP:397.

[8] Pollard CD, Braun B. and Hamill J. Influence of gender, estrogen and exercise on anterior knee laxity. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2006; 21: 1060-1066.

[9] Liu SH, Al-Shaikh RA, Panossian V, Finerman GA. and Lane JM. Estrogen affects the cellular metabolism of the anterior cruciate ligament. A potential explanation for female athletic injury. *Am J Sports Med* 1997; 25: 704-709.

[10] Ireland ML. Anterior cruciate ligament injury in female athletes: Epidemiology. *J Athel Train* 1999; 34: 150-154.



## Joint position sense of the knee in healthy female athletes across the menstrual cycle

Rose Fouladi (M.Sc)<sup>\*1</sup>, Nasrin Nasserri (Ph.D)<sup>2</sup>, Reza Rajabi (Ph.D)<sup>1</sup>, Mehrnaz Geranmayeh (M.Sc)<sup>3</sup>

1 - Dept. of Sport Science and Physical Education, Tehran University, Tehran, Iran

2 - Dept. of Physiotherapy, Faculty of Rehabilitation, Tehran University of Medical Science, Tehran, Iran

3 - Faculty of Midwifery and Nursing, Tehran University of Medical Science, Tehran, Iran

(Received: 23 Jun 2010 Accepted: 22 May 2010)

**Introduction:** Tearing of anterior cruciate ligament (ACL) is the most common lower extremity injuries in female athlete. In past studies, the relationship between ACL injuries and levels of sex hormones, as well as the relationship of ACL injuries with neuromuscular system has been proved, but the relationship between neuromuscular control and levels of sex hormones has been less considered. Thus, the aim of this study was to find out any possible such relationship by measuring joint position sense (JPS) of the knee in healthy female athletes across the menstrual cycle.

**Materials and Methods:** In this quasi-experimental study, 16 healthy female athletes participated voluntarily. Knee JPS was evaluated by reproduction of the target angle, in weight-bearing position at 3 menstrual phases. In each phase, levels of estrogen and progesterone also measured. Knee angles were determined using a system consisting of skin marking, digital photography and software AutoCAD. The absolute angular error was considered as dependent variable.

**Result:** There was a significant differences between JPS of the knee in 3 phases of menstrual phases ( $P=0.025$ ), and this difference was more prominent between 1<sup>st</sup> and 3<sup>rd</sup> phases ( $P=0.003$ ).

**Conclusion:** Findings of this study suggests that accuracy of joint position sense of the knee differs in healthy women athletes across menstrual cycle and the lowest accuracy was found in menstrual phase, when sex hormones are at a minimum concentration.

**Key Words:** Knee joint position sense, Menstrual cycle, Sex hormones, Athletes

---

\* Corresponding author: Fax: +98 151 2212421; Tel: +98 9111544961  
rose\_fouladi85@yahoo.com