



تأثیر فازهای چرخه قاعدگی بر کینماتیک مفاصل و سگمنت‌های اندام تحتانی حین اسکوات در بارهای مختلف

مریم قنبری^{۱*}، علی عباسی^۲، ملیحه حدادزاد^۳

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد بیومکانیک ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

۲. استادیار گروه بیومکانیک ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

۳. استادیار گروه حرکات اصلاحی ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

مقاله پژوهشی

دریافت ۱۲ بهمن ۱۴۰۰؛ پذیرش ۱۹ مهر ۱۴۰۱

واژگان کلیدی

چرخه قاعدگی

کینماتیک مفاصل

کینماتیک سگمنت

اسکوات

چکیده

زمینه و هدف: هدف این مطالعه بررسی تأثیر فازهای چرخه قاعدگی بر کینماتیک مفاصل و سگمنت‌های اندام تحتانی حین اسکوات در بارهای مختلف بود. روش بررسی: تعداد ۱۰ آزمودنی خانم با چرخه قاعدگی طبیعی و منظم به صورت داوطلبانه و هدفمند در این مطالعه شرکت کردند. داده‌های کینماتیکی اندام تحتانی آزمودنی‌ها با استفاده از دستگاه مایوموشن در سه فاز فولیکولار اولیه (روزهای اول تا سوم چرخه قاعدگی)، فولیکولار ثانویه (روزهای یازده تا پانزدهم چرخه قاعدگی) و لوتئال (روزهای بیست و یک تا بیست و پنج چرخه قاعدگی) در حین اسکوات با وزن بدن، هالتر ۱۰ کیلوگرم، ۲۵٪ وزن بدن و ۵۰٪ وزن بدن ثبت شد. دامنه حرکتی و حداکثر زوایای فلکشن، اداکشن و چرخش داخلی ران، اداکشن و فلکشن زانو، چرخش داخلی تیبیا و دورسی فلکشن مچ پا و در پای برتر آزمودنی‌ها محاسبه شد. یافته‌ها: نتایج آزمون تحلیل واریانس تکراری نشان داد دامنه حرکتی و حداکثر زوایای اندازه‌گیری شده در بارهای مختلف در فاز فولیکولار ثانویه در بارهای بزرگتر به طور معنی‌داری بیشتر می‌شوند. همچنین دامنه حرکتی و حداکثر زوایا به طور کلی در فاز لوتئال در مقایسه با فاز فولیکولار در اسکوات با بار وزن بدن و وزن‌های بالاتر بیشتر بود. نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج به ورزشکاران زن توصیه می‌شود در اوج فاز فولیکولار ثانویه (تخمک‌گذاری) با احتیاط بیشتری از تمرینات مقاومتی با وزنه‌های سبک‌تر استفاده کنند، همچنین پیشنهاد می‌شود در فاز لوتئال تمرینات مقاومتی کاهش یابد.

* اطلاعات نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱۲۷۵۹۴۵۰۳

✉ پست الکترونیکی: maryam.ghanbari70@yahoo.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22084/RSR.2022.25701.1620

مقدمه

قاعدگی یک پدیده طبیعی در زنان است که به‌طور منظم هر چهار هفته یک مرتبه اتفاق می‌افتد (بلاچاندار^۱ و همکاران، ۲۰۱۷). در سراسر چرخه قاعدگی زنان در معرض شدت‌های مختلفی از هورمون‌ها هستند و تغییرات هورمون‌ها می‌توانند روی بافت‌های احشایی و غیراحشایی مانند عضلات اسکلتی و بافت پیوندی اثر بگذارند (جنیفر^۲ و همکاران، ۲۰۰۵). اگر چه عملکرد اصلی این هورمون‌ها حمایت از تولیدمثل است، اما تحقیقات نشان داده است که تغییر غلظت استروژن و پروژسترون تأثیرات متنوع و پیچیده‌ای بر روی سیستم‌های فیزیولوژیکی و بیومکانیکی از جمله پارامترهای قلبی عروقی، تنفسی، متابولیسم و عصبی عضلانی و درک حرکتی می‌گذارد (مکنالتی^۳ و همکاران، ۲۰۲۰). هورمون‌های آزاد شده به‌وسیله هیپوتالاموس، برجستگی غده هیپوفیز و تخمدان هماهنگ می‌شوند (جنیفر و همکاران، ۲۰۰۵). چرخه قاعدگی به‌طور عمومی به دو فاز تقسیم می‌شود: فاز فولیکولار از روز یک چرخه قاعدگی تا روز ۱۴ چرخه می‌باشد در روزهای ۱۳ تا ۱۵ سطوح هورمون‌های استروژن بالاست و هورمون‌های لوتئینی کننده به منظور تولید تخمک افزایش می‌یابد پس از آن در روزهای ۲۱ تا ۲۴ فاز لوتئال سطوح هورمون پروژسترون افزایش می‌یابد (جنیفر و همکاران، ۲۰۰۵). مطالعات گذشته نشان داده‌اند نوسانات هورمونی می‌تواند بر لیگامنت‌ها، به‌ویژه لیگامنت متقاطع قدامی زانو، تأثیر بگذارد. به‌عنوان مثال گزارش شده است که زاویه ولگوس زانو در حین فرود آمدن در طول روزهای ۱ تا ۳ و ۱۱ تا ۱۳ چرخه متفاوت است و بیشترین دامنه ولگوس زانو در طول فاز فولیکولار ثانویه اتفاق می‌افتد (روبرت^۴ و همکاران، ۲۰۱۷)؛ و یا این که زاویه ولگوس زانو در فاز لوتئال نسبت به فاز فولیکولار به‌طور معنی‌داری کمتر است (گیلهرم ماناکسار^۵ و همکاران، ۲۰۱۱). بنابراین این احتمال وجود دارد که این نوسانات در فازه‌های مختلف قاعدگی باعث ایجاد تغییر در عملکرد بیومکانیکی مفاصل و سگمنت‌ها در حین انجام حرکات ورزشی مختلف شود. از آنجا که ورزشکاران زن دو تا هشت برابر بیشتر از مردان در فعالیت‌های ورزشی

یکسان دچار آسیب ACL^۶ می‌شوند (جنیفر و همکاران، ۲۰۰۵)، محققین سعی کرده‌اند تأثیر تغییرات هورمونی ایجاد شده در طی فازه‌های مختلف قاعدگی را بر فاکتورهای فیزیولوژیکی و بیومکانیکی بررسی کنند. به‌عنوان مثال از منظر فیزیولوژیک عدم تفاوت معنی‌داری در نیرو، سرعت، توان خروجی عضلات در حین اسکوات در مراحل چرخه قاعدگی گزارش شده است (رومرو^۷ و همکاران، ۲۰۱۹). از طرفی برخی محققین کاهش میانگین توان هوازی در فاز لوتئال (فریماس^۸ و همکاران، ۲۰۲۰) و یا افزایش حداکثر نیروی تولیدی عضلانی را در فاز فولیکولار (تنان^۹ و همکاران، ۲۰۲۱؛ پالووی^{۱۰} و همکاران، ۲۰۱۷) گزارش کرده‌اند. همچنین از منظر بیومکانیکی، کاهش زاویه ولگوس زانو در فاز لوتئال در مقایسه با فاز فولیکولار (ماناکسار و همکاران، ۲۰۱۱)، افزایش ولگوس زانو و چرخش خارجی تیبیا در فاز فولیکولار در مقایسه با لوتئال (بلاچاندار و همکاران، ۲۰۱۷)، افزایش حداکثر ولگوس زانو در فاز فولیکولار در حین فرود آمدن (جنیفر و همکاران، ۲۰۰۵)، افزایش شلی مفصلی زانو در فاز فولیکولار در مقایسه با فاز لوتئال (پارک^{۱۱} و همکاران، ۲۰۲۱) و افزایش شلی زانو و گشتاور ولگوس زانو و چرخش داخلی ران در فاز فولیکولار ثانویه (بل^{۱۲} و همکاران، ۲۰۲۱) گزارش شده است. مرور مطالعات عدم توافق نتایج مطالعات در تأثیر چرخه‌های قاعدگی بر عملکرد فیزیولوژیکی و بیومکانیکی زنان را نشان می‌دهد. بنابراین نیاز به مطالعه بیشتر در مورد تأثیر تغییرات هورمونی بر عملکرد در انجام فعالیت‌های مختلف ورزشی از جمله تمرینات مقاومتی می‌باشد که به‌طور گسترده‌ای در اکثر ورزشکاران مورد استفاده قرار می‌گیرد.

تمرینات مقاومتی زنجیره بسته و چند مفصلی نظیر اسکوات از اجزای مهم تمرینات مقاومتی و برنامه‌های بازتوانی می‌باشند که با هدف افزایش ظرفیت نیروی تولیدی عضلات اندام‌تحتانی، کاهش ریسک مصدومیت و تمرین تعادل در وضعیت‌های عملکردی مورد استفاده قرار می‌گیرند (برد شونفلد^{۱۳}، ۲۰۱۰). اسکوات یکی از بیشترین

6. Anterior Cruciate Ligament

7. Romero

8. Freemas

9. Tenan

10. Pallavi

11. Park

12. Bell

13. Brad Schoenfeld

1. Balachandar

2. Jennifer

3. McNulty

4. Robert

5. Guilherme Manna Cesar

آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه شرکت در تحقیق را تکمیل و امضا کردند. به تمام آزمودنی‌ها تضمین داده شد که اطلاعات محرمانه مانده و این آزمون هیچ‌گونه آسیبی به آنها نمی‌رساند. آزمودنی‌ها در هر سه مرحله از تحقیق قادر بودند از ادامه انجام تحقیق انصراف دهند. هر آزمودنی سه مرتبه (مطابق با فازهای مختلف چرخه قاعدگی) به آزمایشگاه مراجعه می‌کرد و در هر سه مرتبه حضور، ابتدا قد و وزن آنها اندازه‌گیری شد و پنج دقیقه گرم کردن عمومی انجام می‌شد. پس از نصب سنسورهای دستگاه مایوموشن روی سگمنت‌های اندام تحتانی و ناحیه کمری (شکل ۱)، پنج بار حرکت اسکوات را با وزن بدن، با هالتر (۱۰ کیلوگرم)، ۲۵ درصد وزن بدن و ۵۰ درصد وزن بدن اجرا می‌کرد. بین هر دو ست ۴ دقیقه استراحت در نظر گرفته شد و آهنگ حرکت اسکوات آزمودنی‌ها کنترل نشد تا نزدیک به شرایط تمرینی آنها باشد. در حین اجرای پنج حرکت اسکوات، داده‌های کینماتیکی سگمنت‌ها و مفاصل توسط دستگاه مایوموشن با فرکانس نمونه‌برداری ۲۰۰ هرتز ثبت می‌شد. داده‌های کینماتیکی ثبت شده ابتدا توسط فیلتر پایین گذر باتروورث مرتبه ۴ با فرکانس برش ۸ هرتز فیلتر شد. سپس دامنه حرکتی و حداکثر زوایای فلکشن، اداکشن و چرخش داخلی ران، اداکشن و فلکشن زانو، چرخش داخلی تیبیا و دورسی فلکشن مچ پا محاسبه شد و در فازهای مختلف قاعدگی محاسبه و مقایسه شد. دامنه حرکتی این مفاصل و سگمنت‌ها به این دلیل انتخاب شد که در حین انجام حرکات اسکوات و پرش فرود این پارامترهای کینماتیکی با مکانیسم آسیب رباط صلیبی قدامی ارتباط مستقیمی دارند.

و پرکاربردترین تمرینات در رشته‌های قدرتی و آمادگی و همچنین یکی از مؤلفه‌های جدایی‌ناپذیر در فعالیت‌های رقابتی و وزنه‌برداری است و به‌طور گسترده آزمونی عالی برای سنجش قدرت پایین تنه می‌باشد. این حرکت به دلیل توانایی درگیر کردن گروه‌های عضلانی مختلف، از بهترین تمرینات چند مفصله برای افزایش ظرفیت و قدرت عضلات، و بهبود کیفیت زندگی می‌باشند که مشابهت زیادی با بسیاری از فعالیت‌های روزانه نظیر نشستن، برخاستن و بلند کردن اجسام از روی زمین دارند، همچنین در بحث بازتوانی و کلینیکی برای بهبود قدرت عضلات اندام تحتانی و بافت‌های مرتبط با مفاصل آن پس از مصدومیت کاربرد دارند (برد شونفلد، ۲۰۱۰). مرور مطالعات بیومکانیکی نشان می‌دهد تأثیر چرخه‌های قاعدگی بر عملکرد بیومکانیکی بیشتر روی مفصل زانو و با هدف بررسی خطر آسیب ACL انجام شده است. با این حال بررسی تأثیر چرخه قاعدگی بر عملکرد بیومکانیکی حرکات مقاومتی مانند اسکوات می‌تواند به مربیان و ورزشکاران زن در شناسایی تغییرات بیومکانیکی این حرکات در فازهای مختلف چرخه قاعدگی و تصمیم‌گیری در برنامه‌ریزی صحیح تمرین در فازهای مختلف کمک کند. بنابراین هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر فازهای چرخه قاعدگی بر کینماتیک مفاصل و سگمنت‌های اندام تحتانی حین اسکوات در بارهای مختلف بود.

روش‌شناسی

در این مطالعه نیمه تجربی، تعداد ۱۰ دانشجوی دختر رشته تربیت بدنی و علوم ورزشی از دانشگاه خوارزمی به‌صورت فراخوان و داوطلبانه شرکت کردند. این آزمودنی‌ها هیچ‌گونه سابقه‌ی جراحی، آسیب‌دیدگی و ناهنجاری تأثیرگذار در روند تحقیق در اندام تحتانی نداشتند و چرخه قاعدگی آنها به‌طور منظم هر ۲۸ تا ۳۰ روز یک‌بار اتفاق می‌افتاد و در شش ماه اخیر هیچ‌گونه داروی ضدبارداری مصرف نکرده بودند. شرکت‌کننده‌ها از نظر بدنی فعال بودند و ۳ بار در هفته و حداقل روزی ۶۰ دقیقه سابقه شرکت در فعالیت‌های ورزشی مختلف داشتند. روش انجام آزمون و اطلاعات‌گیری شامل نحوه انجام حرکت، انتخاب وزنه و ثبت اطلاعات کینماتیکی برای تمام آزمودنی‌ها توضیح داده شد و تمام



شکل ۱: تصویر آزمودنی به همراه اتصال سنسورهای مایوموشن روی بدن

یافته‌ها

اندازه‌گیری شده و دامنه حرکتی آنها به ترتیب در جدول ۱ و جدول ۲ مشاهده می‌شود.

میانگین و انحراف استاندارد مقادیر حداکثر زوایای

جدول ۱: مقادیر میانگین و انحراف استاندارد حداکثر زوایای اندازه‌گیری شده در باردهی‌های مختلف و در فازهای مختلف چرخه قاعدگی

پارامتر	فازهای قاعدگی			
	50% BW	25% BW	H	BW
لوتئال	۱۱۴/۵۲ ± ۱۳/۱۲	۱۱۲/۲۵ ± ۱۲/۵۵	۱۱۰/۷۶ ± ۱۲/۵۹	۱۱۱/۳۸ ± ۱۰/۷۹
فولیکولار اولیه	۱۱۰/۴۰ ± ۷/۰۴	۱۱۱/۷۸ ± ۷/۰۹	۱۱۷/۱۹ ± ۶/۲۱	۱۱۳/۵۹ ± ۱۲/۱۸
فولیکولار ثانویه	۱۱۸/۹۳ ± ۲۰/۷۸	۱۱۴/۹۳ ± ۱۹/۵۷	۱۱۲/۱۲ ± ۱۹/۱۰	۱۰۷/۷۷ ± ۲۰/۸۸
لوتئال	۱۹/۶۲ ± ۱۰/۲۶	۲۱/۳۹ ± ۱۲/۴۴	۱۷/۷۸ ± ۱۲/۴۰	۲۰/۳۵ ± ۱۳/۹۷
فولیکولار اولیه	۲۲/۳۳ ± ۸/۴۱	۱۶/۳۵ ± ۴/۹۷	۱۲/۷۱ ± ۲/۵۴	۱۱/۲۸ ± ۱/۶۳
فولیکولار ثانویه	۲۲/۹۳ ± ۱۰/۴۷	۱۸/۲۸ ± ۲/۹۰	۱۶/۴۵ ± ۴/۷۶	۱۴/۸۴ ± ۴/۹۷
لوتئال	۰/۲۸ ± ۰/۴۸	۰/۳۰ ± ۰/۴۶	-۰/۱۹ ± ۰/۳۶	-۰/۱۸ ± ۰/۳۸
فولیکولار اولیه	۰/۳۰ ± ۰/۴۴	۰/۰۰۱ ± ۰/۴۶	-۰/۲۷ ± ۰/۰۶	-۰/۳۰ ± ۰/۰۹
فولیکولار ثانویه	۰/۶۱ ± ۰/۰۵	۰/۰۶ ± ۰/۵۰	-۰/۰۶ ± ۰/۳۷	-۰/۰۶ ± ۰/۳۷
لوتئال	۵/۷۳ ± ۴/۱۹	۶/۲۳ ± ۴/۳۲	۵/۷۵ ± ۳/۲۴	۵/۵۱ ± ۴/۱۶
فولیکولار اولیه	۵/۵۳ ± ۵/۵۸	۸/۳۸ ± ۴/۳۷	۵/۵۳ ± ۴/۱۸	۵/۰۴ ± ۵/۲۳
فولیکولار ثانویه	۵/۸۹ ± ۴/۳۷	۶/۰۶ ± ۴/۲۷	۶/۰۰ ± ۳/۸۸	۶/۳۳ ± ۴/۱۳
لوتئال	۹۸/۷۸ ± ۱۵/۰۴	۱۰۲/۲۹ ± ۱۳/۲۱	۹۹/۶۵ ± ۱۵/۰۵	۱۰۶/۲۱ ± ۱۱/۰۹
فولیکولار اولیه	۸۹/۹۹ ± ۹/۶۳	۹۰/۹۳ ± ۱۱/۰۵	۸۸/۱۴ ± ۱۳/۶۵	۹۰/۱۹ ± ۱۰/۳۱
فولیکولار ثانویه	۹۴/۷۰ ± ۱۶/۷۹	۹۸/۳۱ ± ۱۴/۵۷	۹۷/۵۴ ± ۱۴/۵۶	۹۶/۸۶ ± ۱۲/۵۳
لوتئال	۱/۱۸ ± ۱/۸۴	۰/۴۷ ± ۰/۴۲	۰/۱۸ ± ۰/۳۷	۰/۱۶ ± ۰/۳۶
فولیکولار اولیه	۰/۵۰ ± ۰/۴۱	۰/۴۸ ± ۰/۳۹	۰/۱۷ ± ۰/۳۸	۰/۱۶ ± ۰/۳۸
فولیکولار ثانویه	۰/۵۰ ± ۰/۴۳	۰/۳۱ ± ۰/۴۲	-۰/۰۴ ± ۰/۰۴	-۰/۰۳ ± ۰/۰۳
لوتئال	۲۵/۲۸ ± ۵/۸۰	۲۵/۹۹ ± ۶/۱۸	۲۵/۲۸ ± ۵/۲۵	۲۵/۸۵ ± ۴/۸۶
فولیکولار اولیه	۲۰/۴۶ ± ۴/۷۲	۱۹/۴۹ ± ۳/۵۵	۱۸/۳۴ ± ۳/۰۷	۱۸/۵۶ ± ۳/۶۰
فولیکولار ثانویه	۲۲/۴۲ ± ۷/۵۲	۱۹/۳۱ ± ۶/۲۸	۲۰/۳۳ ± ۵/۴۱	۱۹/۲۶ ± ۵/۳۴

BW: باردهی با وزن بدن، H: باردهی با هالتر، 25% BW: باردهی با ۲۵ درصد وزن بدن، 50% BW: باردهی با ۵۰ درصد وزن بدن

جدول ۲: مقادیر میانگین و انحراف استاندارد دامنه حرکتی زوایای اندازه‌گیری شده در باردهی‌های مختلف و در فازهای مختلف چرخه قاعدگی

باردهی		فازهای قاعدگی		پارامتر
50% BW	25% BW	H	BW	
۱۱۸/۶۵ ± ۱۳/۱۳	۱۲۰/۱۱ ± ۱۶/۷۸	۱۱۷/۹۲ ± ۱۵/۹۴	۱۱۸/۰۸ ± ۱۵/۸۶	لوتئال
۱۰۴/۹۵ ± ۷/۴۲	۱۱۴/۳۹ ± ۵/۶۸	۱۱۴/۷۲ ± ۷/۰۸	۱۱۷/۶۴ ± ۱۳/۴۸	دامنه حرکتی فلکشن ران
۱۱۶/۸۷ ± ۲۳/۰۱	۱۱۸/۴۴ ± ۲۱/۶۵	۱۱۱/۷۷ ± ۲۰/۱۵	۱۱۱/۸۷ ± ۲۱/۶۶	فولیکولار ثانویه
۱۸/۰۳ ± ۸/۷۱	۲۰/۹۰ ± ۷/۹۴	۱۵/۶۹ ± ۸/۶۵	۱۷/۱۷ ± ۹/۳۴	لوتئال
۱۷/۵۱ ± ۵/۷۲	۱۲/۶۴ ± ۳/۵۰	۱۱/۴۸ ± ۴/۳۸	۱۰/۷۱ ± ۵/۳۴	دامنه حرکتی آداکشن ران
۱۸/۶۱ ± ۱۱/۴۹	۱۴/۷۵ ± ۳/۱۵	۱۱/۴۵ ± ۳/۲۷	۱۱/۰۴ ± ۴/۷۴	فولیکولار ثانویه
۰/۷۲ ± ۰/۸۸	۰/۵۹ ± ۰/۴۹	۰/۱۹ ± ۰/۱۰	۰/۲۳ ± ۰/۱۶	لوتئال
۰/۳۹ ± ۰/۱۸	۰/۲۵ ± ۰/۱۷	۰/۱۶ ± ۰/۰۴	۰/۱۴ ± ۰/۰۸	دامنه حرکتی چرخش داخلی ران
۰/۴۰ ± ۰/۲۰	۰/۳۱ ± ۰/۲۱	۰/۲۷ ± ۰/۲۰	۰/۲۸ ± ۰/۲۱	فولیکولار ثانویه
۱۲/۶۷ ± ۳/۰۴	۱۲/۸۸ ± ۱/۸۴	۱۱/۱۵ ± ۱/۸۱	۱۱/۰۳ ± ۲/۰۴	لوتئال
۱۱/۹۴ ± ۵/۴۵	۱۰/۵۵ ± ۱/۸۵	۹/۱۷ ± ۲/۵۳	۸/۴۱ ± ۲/۷۶	دامنه حرکتی آداکشن زانو
۱۵/۷۸ ± ۹/۸۴	۱۰/۷۹ ± ۷/۶۲	۱۰/۷۳ ± ۷/۶۲	۱۱/۰۲ ± ۶/۴۱	فولیکولار ثانویه
۱۰۰/۰۱ ± ۱۴/۱۵	۱۰۱/۷۰ ± ۱۲/۹۳	۱۰۰/۶۷ ± ۱۴/۶۷	۱۰۶/۶۷ ± ۱۱/۲۵	لوتئال
۸۸/۹۳ ± ۱۲/۱۷	۹۲/۸۵ ± ۹/۹۵	۸۸/۸۵ ± ۱۲/۵۲	۸۹/۴۷ ± ۱۱/۱۵	دامنه حرکتی فلکشن زانو
۹۳/۵۵ ± ۱۷/۵۸	۹۸/۵۸ ± ۱۴/۵۵	۹۵/۶۲ ± ۱۵/۶۲	۹۵/۱۱ ± ۱۴/۳۸	فولیکولار ثانویه
۰/۶۷ ± ۰/۸۳	۰/۵۶ ± ۰/۶۳	۰/۱۵ ± ۰/۰۲	۰/۱۴ ± ۰/۰۳	لوتئال
۰/۴۳ ± ۰/۰۴	۰/۱۱ ± ۰/۰۱	۰/۱۳ ± ۰/۰۳	۰/۱۴ ± ۰/۰۳	دامنه حرکتی چرخش داخلی تیبیا
۰/۵۴ ± ۰/۶۵	۰/۱۳ ± ۰/۰۲	۰/۱۳ ± ۰/۰۳	۰/۱۳ ± ۰/۰۲	فولیکولار ثانویه
۳۰/۲۴ ± ۶/۵۰	۳۰/۳۴ ± ۵/۷۴	۲۹/۹۷ ± ۵/۲۹	۳۰/۱۴ ± ۵/۶۳	لوتئال
۲۴/۳۵ ± ۴/۸۹	۲۵/۴۲ ± ۵/۹۷	۲۴/۱۹ ± ۳/۸۰	۲۳/۰۶ ± ۴/۲۸	دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا
۲۵/۳۹ ± ۹/۰۰۸	۲۳/۸۱ ± ۶/۸۷	۲۴/۰۹ ± ۶/۱۴	۲۲/۲۹ ± ۴/۰۳	فولیکولار ثانویه

BW: باردهی با وزن بدن، H: باردهی با هالتر، 25% BW: باردهی با ۲۵ درصد وزن بدن، 50% BW: باردهی با ۵۰ درصد وزن بدن

فلکشن زانو در بار وزن بدن در فاز لوتئال نسبت به فاز فولیکولار اولیه و فاز فولیکولار ثانویه به‌طور معنی‌داری بیشتر است ($P \leq 0.05$). دامنه حرکتی فلکشن زانو در بار ۵۰ درصد وزن بدن در فاز لوتئال نسبت به فاز فولیکولار اولیه به‌طور معنی‌داری بیشتر است ($P \leq 0.05$). حداکثر دورسی فلکشن مچ پا در حالت بار با هالتر و بار با وزن بدن در فاز لوتئال نسبت به فولیکولار اولیه و فولیکولار ثانویه به‌طور معنی‌داری بیشتر است ($P \leq 0.05$). حداکثر دورسی فلکشن مچ پا در حالت بار با ۲۵ درصد وزن بدن در فاز لوتئال نسبت به فاز فولیکولار ثانویه به‌طور معنی‌داری بیشتر است ($P \leq 0.05$). همچنین دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا در حالت بار وزن بدن و ۵۰ درصد وزن بدن در فاز لوتئال نسبت به فاز فولیکولار ثانویه به‌طور معنی‌داری بیشتر است ($P \leq 0.05$).

به‌طور کلی نتایج مطالعه نشان داد مقادیر حداکثر زوایای اندازه‌گیری شده و دامنه حرکتی آنها در بارهای بیشتر، بزرگتر است. نتایج آزمون آماری تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری و آزمون تعقیبی بونفرونی تفاوت معنی‌داری در پارامترهای اندازه‌گیری شده در فازهای مختلف چرخه قاعدگی نشان داد. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد حداکثر چرخش داخلی تیبیا در فاز فولیکولار ثانویه در بار ۵۰ درصد وزن بدن نسبت به وضعیت بدون هالتر و نسبت به وضعیت با هالتر به‌طور معنی‌داری بیشتر است ($P \leq 0.05$). حداکثر چرخش داخلی ران در فاز فولیکولار ثانویه در بار ۵۰ درصد وزن بدن نسبت به بدون هالتر به‌طور معنی‌داری بیشتر است ($P \leq 0.05$). دامنه حرکتی فلکشن زانو در فاز فولیکولار ثانویه در بار ۲۵ درصد وزن بدن نسبت به وضعیت با هالتر به‌طور معنی‌داری بیشتر است ($P \leq 0.05$). حداکثر فلکشن زانو و دامنه حرکتی

بحث و بررسی

هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر فازهای چرخه قاعدگی بر کینماتیک مفاصل و سگمنت‌های اندام تحتانی حین اسکوات در بارهای مختلف بود. نتایج تحقیق به‌طور کلی نشان داد دامنه حرکتی و حداکثر زوایای اندازه‌گیری شده در چرخش داخلی تیبیا و چرخش داخلی ران و فلکشن زانو به‌طور کلی در بارهای بیشتر در فاز فولیکولار ثانویه بیشتر است، نتایج مطالعه حاضر با برخی نتایج مطالعات گذشته همسو است که افزایش آسیب‌پذیری مفصل زانو و چرخش داخلی ران را در فاز فولیکولار ثانویه نسبت به بقیه فازها گزارش کرده‌اند (بلاچاندار و همکاران، ۲۰۱۷؛ پارک و همکاران، ۲۰۲۱؛ بل و همکاران، ۲۰۲۱). یک مکانیسم بالقوه که منجر به نرخ‌های آسیب متفاوت در طول چرخه قاعدگی می‌شود، تأثیر نوسان استروژن بر خواص مکانیکی تاندون‌ها و رباط‌ها است. نوسانات در هورمون‌های جنسی، که منحصر به بدن زنان است، معمولاً توسط محققان یک عامل بالقوه است که منجر به افزایش خطر آسیب بافت نرم می‌شود. از آنجایی که زنان در نقاط خاصی از چرخه قاعدگی خود سطوح بالاتری از استروژن دارند، احتمال می‌رود که سفتی رباط‌های آنها و در نتیجه خطر آسیب‌های اسکلتی عضلانی مطابق با سطح هورمون‌هایشان تغییر کند (داهن^۱، ۲۰۲۱). در مطالعه حاضر حداکثر زاویه و دامنه حرکتی مفاصل در بارهای بالاتر بیشتر دیده شد که با برخی از نتایج مطالعات همسو می‌باشد که بیان کردند در فاز فولیکولار ثانویه میزان کار انجام شده و قدرت بیشتر است (پالووی همکاران، ۲۰۱۷). از آنجا که گیرنده‌های استروژنی در فیبروبلاست‌های استرومای رباط صلیبی قدامی وجود دارند این احتمال می‌رود که در فاز فولیکولار ثانویه با افزایش هورمون استروژن (بل و همکاران، ۲۰۲۱) این گیرنده‌ها در رباط صلیبی قدامی انسان فعال شوند و باعث کاهش تکثیر فیبروبلاست و کاهش سنتز کلاژن نوع I شوند و از آن جایی که کلاژن نوع I جزء اصلی استحکام رباط است، تغییر در ترکیب کلاژن بر قابلیت‌های بازسازی ACL تأثیر می‌گذارد و خواص مکانیکی آن را تغییر می‌دهد (اسلاتریک^۲ و همکاران، ۲۰۰۲) و سبب کاهش استحکام، یکپارچگی و توانایی رباط صلیبی قدامی در تحمل بارهای

بالاتر می‌شود (وارن^۳ و همکاران، ۲۰۱۳؛ پارک^۴ و همکاران، ۱۹۹۹؛ شالتز^۵ و همکاران، ۲۰۱۱). در مطالعه‌ای دیگر کاهش سفتی عضلانی-تاندونی اندام تحتانی در فاز فولیکولار ثانویه منجر به اتکای بیشتر به پاسخ بازتابی از اجزای انقباضی عضله به دلیل کاهش مشارکت ساختارهای الاستیک غیرفعال می‌شود و همچنین تأخیر الکترومکانیکی را افزایش می‌دهد. با توجه به این که بارهای شدید در عرض میلی ثانیه به مفصل زانو وارد می‌شود، اجزای انقباضی نمی‌توانند به اندازه کافی سریع پاسخ دهند تا با این نیروهای ناگهانی و بالقوه آسیب رسان مقابله کنند (الینگ^۶ و همکاران، ۲۰۰۶) و سبب افزایش آسیب در این فاز می‌شود. با این حال آسیب ACL در ورزشکاران زن ممکن است، صرفاً با چرخه هورمونی توضیح داده نشود و احتمالاً تحت تأثیر یک مکانیسم آسیب پیچیده‌تر و غیرمستقیم است که شامل نوسانات هورمونی و عملکرد پویای مفصل زانو است و ممکن است مختص فرد باشد. کنترل عصبی عضلانی یک عامل مهم در بیومکانیک اندام تحتانی است و اغلب با عدم تعادل یا نقص در آسیب‌شناسی زانو دخیل است (هیت^۷، ۲۰۱۷؛ هیت و همکاران، ۲۰۰۳). مطالعات قبلی نشان دادند که گیرنده‌های استروژن آلفا و بتا موجود در عضلات اسکلتی، مکانیسم قابل قبولی برای تغییر کنترل عصبی عضلانی و مسیرهای انتقال نیروی میوفاشیال در طی چرخه قاعدگی فراهم می‌کنند (خوالید^۸ و همکاران، ۲۰۱۵). تغییرات در کنترل عصبی عضلانی بین مراحل چرخه قاعدگی سبب آسیب ACL در طول فعالیت عملکردی می‌شود. شواهد محدود از یک مطالعه نشان می‌دهد که استروژن ممکن است قدرت انقباضی عضله چهار سر را در طول فاز تخمک‌گذاری افزایش دهد (انس^۹ و همکاران، ۲۰۱۰)، یا مطالعه‌ای دیگر بیان می‌کند الگوی ثابتی در بکارگیری عضله چهار سر ران در سراسر چرخه‌های قاعدگی همراه با بکارگیری نامتعادل همسترینگ مشاهده شده است که نسبت پایین بکارگیری عضله چهار سر ران میانی به خارجی همراه با افزایش بکارگیری همسترینگ خارجی (دو سر رانی) ممکن است بخش خارجی مفصل زانو را فشرده

3. Warren

4. Park

5. Shultz

6. Eiling

7. Hewett

8. Khowailed

9. Enns

1. Dahn

2. Slauterbeck

می‌یابد و بیشتر در معرض آسیب هستند (فریدن^۵ و همکاران، ۲۰۰۳).

به‌طور کلی مطالعات بیان کردند وجود هورمون‌های جنسی پروژسترون و استروژن در بانوان مقدار شلی عمومی مفاصل را در فاز فولیکولار ثانویه و لوتئال در مقایسه با فولیکولار اولیه افزایش می‌دهد (یامازاکی^۶ و همکاران، ۲۰۱۷). فاز لوتئال با افزایش غلظت پروژسترون همراه است که به‌صورت آنتاگونیست استروژن بر قدرت عضلات اثر می‌گذارد (پالوی و همکاران، ۲۰۱۷) و به‌طور معمول قدرت و عملکرد هوازی در اواخر فاز لوتئال را مختل می‌کند (کارمیچل^۷ و همکاران، ۲۰۲۱). با این حال افزایش دامنه حرکتی زانو می‌تواند با افزایش نیروهای عکس‌العمل مفصل کشکی رانی همراه باشد و سبب افزایش خطر سندروم درد کشکی رانی شود (چنگ^۸ و همکاران، ۲۰۱۵). علاوه بر این ترشح هورمون سروتونین در این دوره نیز کم می‌شود و ترشح هورمون کورتیزول به مقدار کمی افزایش می‌یابد (کارمیچل و همکاران، ۲۰۲۱). ما در این مطالعه مشخص نکرده‌ایم که زنان سندروم پیش از قاعدگی را تجربه کرده‌اند یا نه اما با این وجود احساس خستگی و حواس پرتی در این فاز به‌عنوان عاملی برای کاهش عملکرد بیان می‌شود (رینالد^۹ و همکاران، ۲۰۱۸). افزایش علائم سندروم پیش از قاعدگی نیز تأثیراتی در تعادل و درک حرکتی دارد و عملکرد حرکتی را کاهش می‌دهد (فریدن و همکاران، ۲۰۰۳). در مطالعه ما دورسی فلکشن مچ پا در فاز لوتئال افزایش نشان داد. در بیشتر فعالیت‌های مچ پا، کمپلکس مچ پا یک جزء مهم از کنترل وضعیتی و تعادل می‌باشد، زیرا تنها بخشی از بدن است که زمین را لمس می‌کند، حس عمقی مچ پا تحت تأثیر فعال شدن محور هیپوفیز-هیپوتالاموس-آدرنال، تعادل ایستا و پویا و در نتیجه سطح کورتیزول قرار می‌گیرد. سطح بالای پروستروژن در چرخه قاعدگی می‌تواند باعث افزایش سطح کورتیزول آزاد به‌عنوان پاسخ به استرس شود در نتیجه فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک افزایش می‌یابد و می‌تواند سبب بدتر شدن یکپارچگی حرکت و در نتیجه عدم تعادل بین مفاصل شود

کند و نیروی برشی را افزایش دهد و مستقیماً روی ACL بارگزاری کند. این بکارگیری نامتناسب عضله چهارسر ران، نیروی برشی قدامی را در زوایای خمش پایین زانو افزایش می‌دهد و ممکن است پتانسیل موقعیت ولگوس اندام تحتانی و احتمالاً افزایش خطر آسیب ACL را افزایش دهد (خوالید و همکاران، ۲۰۱۵). استروژن دارای اثرات عصبی-تحریکی است و رابطه مثبتی بین تحریک‌پذیری و افزایش قدرت عضلانی وجود دارد و قدرت عضلات در فاز فولیکولار ثانویه به دنبال افزایش این هورمون و اثرات تحریکی آن، افزایش می‌یابد. علاوه بر این محیط مثبت هورمون آنابولیک استروژن سبب سنتز بیشتر پروتئین عضلات می‌شود (انس و همکاران، ۲۰۱۰).

بار بیشتر نوعی آشفتگی برای اندام تلقی می‌شود، افزایش نیروهای بین بخشی و گشتاورهای مفصلی در حرکت زنجیره بسته‌ای مثل اسکوات بارهای بیشتری را بر اندام تحتانی تحمیل می‌کند و بر الگوی حرکت تأثیر می‌گذارد و سبب می‌شود در بارهای بیشتر با افزایش سفتی عضلات و انقباضات همزمان ثبات بیشتری ایجاد شود. حرکات و نیروهای مکرر ناشی از آنها علاوه بر اثرات تجمعی نیروها منجر به آسیب بافتی می‌شود (منصوری‌زاده^۱ و همکاران، ۲۰۲۰). خم شدن زیاد زانو حین حرکت اسکوات، یک عامل خطر برای استئوآرتریت زانو است و بررسی تفاوت‌های کینماتیکی بین مردان و زنان نشان داد، زنان به‌طور معمول، شدیدتر از مردان به استئوآرتریت زانو مبتلا می‌شوند (بوچمن^۲ و همکاران، ۲۰۲۱).

نتیجه دیگری که از این مطالعه استخراج شد، نشان داد دامنه حرکتی و حداکثر زوایای فلکشن مفصل زانو و دورسی فلکشن مچ پا در فاز لوتئال در مقایسه با فازهای فولیکولار در بار وزن بدن و وزن‌های بالاتر افزایش بیشتری داشتند، که با برخی از نتایج مطالعات همسو است که بیان کردند، فاصله مفصل تیبیوفیولار تحتانی^۳ در این فاز بیشتر و سبب بی‌ثباتی و شلی قابل توجهی در مچ پا می‌شود و دامنه حرکتی آداکشن و اورژن مچ پا افزایش می‌یابد (اوکازاکی^۴ و همکاران، ۲۰۱۷). با مطالعه‌ای دیگر بیان کرد زنان در فاز لوتئال نوسان پاسچر و حرکات غیرفعال زانوهایشان افزایش

5. Fridén
6. Yamazaki
7. Carmichael
8. Cheng
9. Reynolds

1. Mansourizade
2. Buchman
3. Tibiofibular syndesmosis
4. Okazaki

بودند، بنابراین تعمیم‌پذیری نتایج ما را به تغییرات در عملکرد اندام تحتانی در طول چرخه قاعدگی محدود می‌کند.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج مطالعه حاضر، به ورزشکاران زن توصیه می‌شود تمرین در اوج فاز فولیکولار ثانویه (تخمک‌گذاری) که همراه با ترشح هورمون استروژن است سبب شلی لیگامنت‌ها می‌شود بهتر است با احتیاط بیشتری باشد و از وزنه‌های سبک‌تر استفاده شود و به انجام تمرینات نوروماسکولار و حس عمقی بپردازند، همچنین در فاز لوتئال بهتر است تمرینات وزنه را کاهش داد.

تقدیر و تشکر

این مقاله از پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه خوارزمی استخراج شده است، نویسنده بر خود لازم دیده است از آژمودنی‌ها، اساتید و دوستانی که در انجام این تحقیق مشارکت نموده‌اند قدردانی می‌نماید.

(سنول^۱ و همکاران، ۲۰۲۱) و می‌چ پا به منظور ایجاد تعادل در برابر افزایش بار در وضعیت‌های مختلف دامنه حرکتی را افزایش می‌دهد که ممکن است در معرض آسیب قرار بگیرد. تغییرات در قدرت عضلانی ممکن است تا حد زیادی به متابولیسم ورزش نسبت داده شود که به دلیل نوسانات غلظت هورمون‌های تخمدان ایجاد می‌شود، در فاز لوتئال با تغییر در قدرت عضلانی، ظرفیت عملکرد استقامتی، دمای بدن، جریان خون و متابولیسم بدن با اختلالات تعادل هورمونی در تمام مراحل چرخه قاعدگی همراه است، سطوح استروژن که در فاز فولیکولار مشاهده می‌شود، باعث تحریک‌پذیری گلوکز و جذب گلوکز به فیبرهای ماهیچه‌ای نوع I می‌شود که در تمرینات کوتاه‌مدت به‌عنوان سوخت عمل می‌کنند ولی در فاز لوتئال پروژسترون مانع از فعالیت آنها می‌شود (تریم‌بک^۲ و همکاران، ۲۰۲۱). با این حال، همه مطالعات این یافته‌ها را تکرار نکرده‌اند. علل احتمالی این اختلاف ممکن است بی‌نظمی‌های ناشناخته در چرخه قاعدگی، تفاوت‌های بین فردی و توزیع غیریکنواخت هورمون‌های جنسی در بافت‌های بدن انسان باشد. همچنین شرکت‌کنندگان در این مطالعه مقطعی زنان جوان سالم

References

- Balachandar, V., Marciniak, J., Wall, O. (2017). "Effects of the menstrual cycle on lower-limb biomechanics, neuromuscular control, and anterior cruciate ligament injury risk". *Muscles Ligaments Tendons Journal*, 136–146.
- Jennifer, n., Merkle, b. (2005) "The effect of phase of the menstrual cycle on frontal plane knee kinematics during landing". *Exercise Sport Science Journal*, 70–77.
- McNulty, K., ElliottSale, K., Dolan, E., et al. (2020) "The Effects of Menstrual Cycle Phase on Exercise Performance in Eumenorrheic Women: A Systematic Review and Meta-Analysis". *Sport Medicine Journal*, 50(10):18–27.
- Robert, J., Roger, J., Jennifer, M., Reid, N. (2017). "The Effect of Phases of the Menstrual Cycle on Frontal Plane Knee Kinematics During Landing". *Yoga Practice And Physiotherapy Journal*, 5(4): 133.
- Cesar, G., Pereira, V., Santiago, P, et al. (2011). "Variations in dynamic knee valgus and gluteus medius onset timing in non-athletic females related to hormonal changes during the menstrual cycle". *The Knee*, 18(4): 24–30.
- RomeroMoraleda, B., Coso, J., Hellín, J., Grgic, J., Lara, B. (2019). "The influence of the menstrual cycle on muscle strength and power performance". *Human Kinetic Journal*, 68(1):123–133.
- Freemas, J., Baranuskas, M., Constantini, K., Constantini, N. et al. (2021). "Exercise Performance Is Impaired during the Midluteal Phase of the Menstrual Cycle". *Medicine & Science in Sports & Exercise Journal*, 53(2): 442–452.
- Tenan, M.(2016). *Sex Hormones, Exercise and Women*. Springer
- Pallavi, L., Souza, U., Shivaprakash, G. (2017). "Assessment of Musculoskeletal Strength and Levels of Fatigue during Different Phases of Menstrual Cycle in Young Adults". *Clinical & Diagnostic Research Journal*, 11(2): 11–13.
- Park, S., Stefanyshyn, D., Ramage, B., Hart, D., Ronsky, J. (2021). "Relationship between knee joint laxity and knee joint mechanics during the menstrual cycle". *British of Sports Medicine Journal*, 43(3): 174–9.

- Bell, D., Troy, B., Hackney, A., Marshall, S., Beutler, A., Padua, D (2014). "Jump-Landing Biomechanics and Knee-Laxity Change Across the Menstrual Cycle in Women With Anterior Cruciate Ligament Reconstruction". *Athletic Training Journal*, 49(2): 154-62.
- Choenfeld, B. (2010). "Squatting Kinematics And Kinetics And Their Application To Exercise Performance". *Strength and Conditioning Research Journal*, 24(12): 3497-3506.
- Dahn, T. (2012). *The Effect of Sex and Menstrual Cycle Phase on Neuromuscular Control of Trunk Musculature*.
- Slauterbeck, J., Fuzie, S., Smith, M., Clark, R. et al. (2002). "The Menstrual Cycle, Sex Hormones, and Anterior Cruciate Ligament Injury". *Athletic Training Journal*, 37(3): 275-278.
- Warren, D., Stephen, H., Liu, M., Joshua, D. et al. (1999). "Effect of estrogen on cellular metabolism of the human anterior cruciate ligament". *Clinical Orthopedic and Related Research Journal*, 366: 229-238.
- Lee, H., Petrofsky, J., Daher, N., Berk, L., Laymon, M. (2013). "Differences in anterior cruciate ligament elasticity and force for knee flexion in women: oral contraceptive users versus non-oral contraceptive users". *European Journal of Applied Physiology*, 114(2): 285-294.
- Park, D. Stefanyshyn, B. et al. (1999). "Hormonal Changes Throughout the Menstrual Cycle and Increased Anterior Cruciate Ligament Laxity in Females". *Athletic Training Journal*, 34(2): 144-149.
- Shultz, S., Schmitz, R., Nguyen, A., Levine, B. et al. (2011). "Knee Joint Laxity and Its Cyclic Variation Influence Tibiofemoral Motion during Weight Acceptance". *Medicine & Science in Sports & Exercise Journal*, 43(2): 287-295.
- Eiling, E., Bryant, A., Petersen, W., Murphy, A., Hohmann, E. (2006). "Effects of menstrual-cycle hormone fluctuations on musculotendinous stiffness and knee joint laxity". *Knee Surgery, Sport Traumatology, Arthroscopy*, 15(2): 126-32.
- Hewett, T. (2012). "Neuromuscular and Hormonal Factors Associated With Knee Injuries in Female Athletes". *Sport Medicine Journal*, 29(5):313-327.
- Hewett, T., Myer, G., Ford, K., Heidt, R., Colosimo, A. et al. (2005). "Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: A prospective study". *American Journal of Sports Medicine*, 33(4):492-501.
- Khowailed, I., Petrofsky, J., Lohman, E., Daher, N., Mohamed, O. (2015). "17 β -estradiol induced effects on anterior cruciate ligament laxness and neuromuscular activation patterns in female runners". *Journal of Women's Health*, 24(8): 670-680.
- Enns, D., Tiidus, P. (2010). "The influence of estrogen on skeletal muscle: Sex matters". *Sport Medicine*, 40(1): 41-58.
- Reza, M., Amir, L., Andrew, F., Mehdi, K., Julien, B. (2020). "Segmental coordination and variability of change in direction in long- standing groin pain". *Gait & Posture*, 77: 36-42. (In persian)
- Buchman-Pearle, J., Kingston, D., Acker, S. (2021). "Lower Limb Movement Pattern Differences Between Males and Females in Squatting and Kneeling". *Journal of Applied Biomechanics*, 37(3): 204-214.
- Okazaki, M., Kaneko, M., Ishida, Y., Murase, N., Katsumura, T. (2017). "Changes in the Width of the Tibiofibular Syndesmosis Related to Lower Extremity Joint Dynamics and Neuromuscular Coordination on Drop Landing During the Menstrual Cycle". *Orthopedic Journal of Sport Medicine*, 5(9).
- Fridén, C., Hirschberg, A., Saartok, T., Bäckström, T., Leanderson, J., Renström, P. (2003). "The influence of premenstrual symptoms on postural balance and kinesthesia during the menstrual cycle". *Gynecological Endocrinology*, 17(6):433-40.
- Yamazaki, T., Maruyama, S., Sato, Y., Suzuki, Y., Shimizu, S., Kaneko, F. et al. (2021). "A preliminary study exploring the change in ankle joint laxity and general joint laxity during the menstrual cycle in cis women". *Journal of Foot and Ankle Research*, 14-21
- Carmichael, M., Thomson, R., Moran, L., Wycherley, T. (2021). "The impact of menstrual cycle phase on athletes' performance: a narrative review". *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4):1-24
- Cheng, K., Wang, Y., Kuo, S., Wang, K., Huang, Y. (2015). "Perform kicking with or without jumping: joint coordination and kinetic differences between Taekwondo back kicks and jumping back kicks". *Journal of Sports Sciences*, 33(15):1614-1621.
- Reynolds, T., Makhanova, A., Marcinkowska, U., Jasienska, G. et al. (2018). "Progesterone and women's anxiety across the menstrual cycle". *Hormones and Behavior*, 102: 34-40.
- Şenol, D., Uçar, C., Toy, Ş., Kısaoğlu, A., Özbağ, D. et al. (2021). "Analysis of the effects of hypothalamic-pituitary-adrenal axis activity in menstrual cycle on ankle proprioception, dynamic balance scores and visual-auditory reaction times in healthy young women". *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*, 21(1): 85-92.
- Tremback-Ball, A., Fulton, K., Giampietro, N. (2021). "Effect of the Menstrual Cycle on Athletic Performance in NCAA Division III Collegiate Athletes". *Journal of Women's Health Physical Therapy*, 45(1): 20-26.