

Research Paper

Changes in Insulin-Like Growth Factor 1 and Quadriceps Muscle Size in Follicular Stage Compared to Luteal Stage in Adaptation to Resistance Training in Young Women



\*Hamid Masjedi<sup>1</sup>, Hamid Rajabi<sup>1</sup>, Pezhman Motamedi<sup>1</sup>

1. Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.



**Citation** Masjedi H, Rajabi H, Motamedi P. Changes in Insulin-Like Growth Factor 1 and Quadriceps Muscle Size in Follicular Stage Compared to Luteal Stage in Adaptation to Resistance Training in Young Women. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2022; 20(6):556-565. <https://doi.org/10.32598/JSMJ.20.6.2447>

<https://doi.org/10.32598/JSMJ.20.6.2447>



Received: 17 Oct 2021

Accepted: 13 Nov 2021

Available Online: 21 Jan 2022

**Keywords:**

Menstrual cycle,  
Resistance training,  
Follicular, Luteal,  
Muscular hypertrophy

**ABSTRACT**

**Background and Objectives** Menstrual cycle may affect the training of strength and muscle size. The aim of the present study was to determine the effect of exercise volume distribution in the 2 follicular and luteal phases of the menstrual cycle on serum Insulin-like Growth Factor 1 (IGF-1) and muscle mass in women.

**Methods** in this semi experimental study' 20 amenorrheic women with a mean age of 22±5 years, without contraceptive use and a history of eight weeks of resistance training were selected. Each subject had 8 training sessions on one leg in the first 14 days of menstruation and 2 training sessions on the second 14 days of menstruation (training in the follicular period) and the other leg had 2 training sessions on the first 14 days of menstruation and 8 training sessions on the second 14 days of menstruation (training in the luteal period). The training protocol was consist of unilateral leg extension.

**Results** the quadriceps Muscle diameter (according to pretest size) in follicular **training (FT)** (0.67±0.34 (cm)) was higher than luteal **training(LT)** (0.46, 0.41 cm) (P=0.012). Also, insulin-like growth factor increased in both groups (13%) regardless of the type of exercise schedule (P> 0.001).

**Conclusion** According to this study it is recommended that follicular based training may cause more muscle hypertrophy and maximum strength than luteal based training in young amenorrheic women who do not take birth control pills.

**\* Corresponding Author:**

Hamid Masjedi, PhD.

Address: Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.

Tel: +98 (919) 2532868

E-Mail: s\_salkhordeh2013@yahoo.com

## مقاله پژوهشی

## تغییرات عامل رشد شبه‌انسولینی ۱ و اندازه عضله چهارسر ران در مرحله فولیکولار نسبت به مرحله لوتئال در سازگاری به تمرینات مقاومتی در زنان جوان

حمید مسجدی<sup>۱</sup>، حمید رجیبی<sup>۱</sup>، پژمان معتمدی<sup>۱</sup>

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

## چکیده

تاریخ دریافت: ۲۵ مهر ۱۴۰۰

تاریخ پذیرش: ۲۲ آبان ۱۴۰۰

تاریخ انتشار: ۰۱ بهمن ۱۴۰۰

**زمینه و هدف:** چرخه قاعدگی ممکن است بر تمرین‌پذیری قدرت و اندازه عضلانی تأثیرگذار باشد. هدف مطالعه حاضر، تعیین تأثیر توزیع حجم تمرین در ۲ فاز فولیکولار و لوتئال چرخه قاعدگی بر عامل رشد شبه‌انسولینی ۱ سرم و حجم عضلانی زنان بود.

**روش بررسی:** در تحقیق نیمه تجربی حاضر، ۲۰ زن دارای چرخه قاعدگی منظم (۲۲±۵ سال) با سابقه ۸ هفته تمرین مقاومتی انتخاب شدند. در باردهی تمرین فولیکولار، تمرینات اکستنشن زانو در ۸ جلسه تمرین در ۱۴ روز اول و ۲ جلسه تمرین در مرحله دوم سیکل ماهیانه انجام شد. در باردهی لوتئال، تمرینات پای مخالف به‌صورت ۲ جلسه تمرین در ۱۴ روز اول و ۸ جلسه تمرین در ۱۴ روز دوم سیکل ماهیانه انجام شد.

**یافته‌ها:** قطر عضله چهارسر ران در هر دو گروه تمرین فولیکولار (۰/۶۷±۰/۳۴ سانتی‌متر) و لوتئال (۰/۴۶±۰/۴۱ سانتی‌متر) نسبت به پیش‌آزمون افزایش معناداری یافت و این افزایش در فولیکولار نسبت به لوتئال بیشتر بود (P=۰/۰۱۲). همچنین افزایش معناداری (۱۳ درصد) در سطح سرمی عامل رشد شبه‌انسولین ۱ مشاهده شد (P<۰/۰۰۱).

**نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج می‌توان گفت باردهی تمرین در مرحله فولیکولار نسبت به لوتئال موجب افزایش هایپرتروفی عضلانی و همچنین افزایش بیشتر قدرت بیشینه در زنان جوان سالم می‌شود.

## کلیدواژه‌ها:

سیکل ماهیانه، تمرین مقاومتی، فولیکولار، لوتئال، هایپرتروفی عضلانی

## مقدمه

هورمونی در طول چرخه قاعدگی ممکن است بر روی عملکرد ورزشی و افزایش قدرت و حجم عضلانی تأثیرگذار باشد [۴-۶].

نتیجه تحقیقات تأثیر چرخه قاعدگی بر روی عملکرد ورزشی متناقض است. برخی تحقیقات افزایش قدرت را در حوالی زمان تخمک‌گذاری نشان داده‌اند، برخی هم کاهش قدرت در فاز لوتئال را نشان داده‌اند، اما اکثر تحقیقات نشان داده‌اند نوسان قدرت در طول چرخه قاعدگی به حد معنادار نمی‌رسد و قدرت در طول این چرخه ثابت است. در همین راستا بلاگرو و همکاران در متآنالیزی که انجام دادند [۷] تفاوت معناداری در نوسان قدرت در فازهای مختلف چرخه قاعدگی گزارش نکردند. با این وجود، برخی از زنان نوسان قدرت را در طول چرخه قاعدگی گزارش کرده‌اند. به نظر می‌رسد در فاز فولیکولار که سطوح استروژن و تستوسترون بالاتر می‌باشد، قدرت عضلانی نیز بالاتر است. اگر هم قدرت بالاتر نباشد، حداقل استقامت قدرت و فعال‌سازی ارادی بیشینه

زنان به‌طور متوسط پس از بلوغ جنسی تقریباً از سن ۱۳ سالگی تا مرحله یائسگی که تقریباً ۵۰ سالگی می‌باشد، سیکل عادت ماهیانه قاعدگی را تجربه می‌کنند. این چرخه به‌طور میانگین ۲۸ روز طول می‌کشد و شامل مراحل فولیکولی، تخمک‌گذاری و لوتئالی است [۱]. در سال‌های گذشته، بارها مشخص شده است غلظت تمرین فولیکولار سرمی هورمون‌های لوتئینی<sup>۱</sup>، محرک فولیکولی<sup>۲</sup>، استرادیول<sup>۳</sup> و پروژسترون<sup>۴</sup> در طول چرخه قاعدگی نوسان دارد و سطح تستوسترون قبل و یا دقیقاً در زمان تخمک‌گذاری به اوج خود می‌رسد [۲، ۳]. این نوسان

1. Luteinizing hormone (LH)
2. Follicle-stimulating hormone (FSH)
3. Estradiol (E2)
4. Progesterone

\* نویسنده مسئول:

دکتر حمید مسجدی

نشانی: تهران، دانشگاه خوارزمی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی.

تلفن: ۲۵۳۲۸۶۸ (۹۱۹) ۹۸+

رایانامه: s\_salkhordeh2013@yahoo.com

وجود دارد. مشخص شده است اکسیداسیون اسیدهای آمینه و تخریب پروتئینی در فاز لوتئال هم در استراحت و هم در حین ورزش بیشتر از مرحله فولیکولار است. ظاهراً پروژسترون مسئول این کاتابولیسم پروتئینی است، در حالی که استروژن احتمالاً این کاتابولیسم پروتئینی را کاهش می‌دهد [۱۹].

بیشتر تحقیقات از نقش آنابولیک استروژن و تستوسترون حمایت می‌کنند و زمان‌بندی تمرین بر اساس غلظت این هورمون‌ها ممکن است بر هایپرترافی عضلانی مؤثر باشد [۲۰]. برای مثال، ریس در سال ۱۹۹۵ نشان داد تستوسترون و استروژن با افزایش قدرت و عضله‌سازی مرتبط هستند و پروژسترون با کاهش قدرت مرتبط است [۱۸].

گزارش شده است استروژن باعث تحریک ترشح عامل رشد شبه انسولین ۱، هورمون رشد و انسولین می‌شود [۲۰]. احتمالاً در زمانی که سطح استروژن بالاتر باشد، سطح عامل رشد شبه انسولین ۱ هم بیشتر شود. سطح هورمون رشد و عامل رشد شبه انسولین ۱ با حجم عضلانی در ارتباط هستند [۲۱]. چندین مطالعه، هورمون رشد و عامل رشد شبه انسولین ۱ را با هایپرترافی مرتبط دانسته‌اند [۲۱-۲۳]. تحقیقات نشان داده‌اند سطح هورمون عامل رشد شبه انسولین ۱ مانند تستوسترون و استرادیول در حوالی تخمک‌گذاری به اوج می‌رشد [۲۴]. پس این هورمون به دلیل اوج‌گیری در حوالی تخمک‌گذاری یکی از عوامل رشد بیشتر عضلات و افزایش قدرت ناشی از تمرین فولیکار باشد که نشان‌دهنده ضرورت تحقیقات بیشتر در این مورد می‌باشد.

با توجه به اینکه چرخه ماهیانه قاعدگی در زنان بر سطوح هورمونی آن‌ها مؤثر است و تفاوت‌های هورمونی در فازهای فولیکولار و لوتئال، احتمالاً سازگاری‌های به‌دست آمده در فازهای مختلف سیکل ماهیانه زنان بر تمرین‌پذیری زنان مؤثر باشد. بنابراین، هدف تحقیق حاضر، مقایسه اثر تمرینات مقاومتی در دو فاز فولیکولار و لوتئال بر حجم عضلانی و سطح سرمی عامل رشد شبه انسولین ۱ در زنان جوان تمرین کرده بود.

### روش بررسی

در تحقیق نیمه تجربی حاضر، ۲۰ زن سالم یومنوره (دارای قاعدگی منظم) داوطلب که داروی ضدبارداری را حداقل یک سال قبل از تحقیق و در حین تحقیق مصرف نمی‌کردند با میانگین سنی  $22 \pm 5$  سال، قد  $166 \pm 6$  سانتی‌متر و وزن  $58 \pm 7$  کیلوگرم به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. همه آزمودنی‌ها سابقه ۲ ماه تمرین وزنه تحت نظر مربی معتبر فدراسیون پرورش اندام ایران داشتند. علت این انتخاب بر اساس سابقه ۲ ماهه این است که ممکن است رشد بسیار سریع برخی از آزمودنی‌ها در یکی دو ماهه اول شروع تمرینات قدرتی که معروف به رشد سریع

در این زمان بیشتر هستند. در فاز لوتئال که پروژسترون بالاتر است و استروژن پایین‌تر، احتمال کمتر بودن قدرت وجود دارد. بنابراین، شاید باردهی بیشتر در دوره فولیکولار اثربخشی بیشتری در تمرین‌پذیری زنان داشته باشد [۷]. تاکنون تأثیر زمان‌بندی تمرین بر اساس چرخه قاعدگی بر رشد عضلات فقط در ۴ تحقیق بررسی شده است که ۳ مورد رشد بیشتر در تمرین فولیکولار<sup>۵</sup> گزارش کرده‌اند و یک مورد هم تفاوتی در رشد عضلات که حاصل این نوع زمان‌بندی تمرین باشد، نشان نداده است [۸-۱۱].

یکی از دلایل احتمالی رشد بیشتر عضلات در فاز فولیکولار، بالاتر بودن هورمون‌های استروئیدی استروژن و تستوسترون در این زمان و تأثیر آن‌ها بر سنتز پروتئین است. تأثیر درمان با استروژن در زنان یائسه به خوبی بررسی شده است و اثر درمان هورمون جایگزین بر جلوگیری و افزایش افت قدرت در حوالی و پس از یائسگی تأیید شده است [۱۲، ۱۳]. کشف ۳ نوع گیرنده استروژن باعث شد دانشمندان پی ببرند ممکن است تنظیم تعدادی از ژن‌های پایین‌دست و مولکول‌های هدف تحت فرمان استروژن باشد [۱۴، ۱۵]. در همین راستا گزارش شده است گیرنده‌های آلفا و بتای استروژن در تمایز عضلات از جمله ایزوفرم آهسته زنجیره سنگین میوزین<sup>۶</sup> که در تارهای نوع یک بیشتر است نقش دارد [۱۶]. این قضیه نشان می‌دهد استروژن ممکن است بر روی توزیع نوع تارهای عضلانی مؤثر باشد. همچنین تحقیقی دیگر نشان داد زنانی که از درمان هورمون جایگزین استفاده کردند به تنظیم مثبت خیلی بیشتری از بیان ژن‌های پیش آنابولیک هم در زمان استراحت و هم پس از تمرینات برون‌گرا نسبت به گروه کنترل دست یافتند [۱۷]. احتمالاً، استروژن بر روند ترمیم پس از آسیب هم دارای تأثیر مثبتی می‌باشد. این تأثیر مثبت از طریق فعال‌سازی و تکثیر سلول‌های ماهوارهای ایجاد می‌شود که یکی از مکانیزم‌های معروف سازگاری عضلات اسکلتی به تمرینات قدرتی می‌باشد. همچنین ممکن است استروژن بر افزایش قدرت عضلانی از طریق پیوند نیرومندتر میوزین و اکتین در حین انقباض مؤثر باشد [۱۵].

یکی دیگر از عوامل مؤثر بر افزایش قدرت و حجم عضلانی در زنان، سطح تستوسترون و تغییرات آن در سیکل قاعدگی زنان می‌باشد [۷]. گزارش شده است مصرف تستوسترون در دوز فیزیولوژیک در زنان دارای نقص آندروژن باعث افزایش حجم عضلانی می‌شود که نشان‌دهنده نقش آنابولیک سطوح پایین تستوسترون بر عضلات بانوان است. این تأثیر فیزیولوژیک ممکن است برای عملکرد ورزشی و تولید قدرت بسیار حائز اهمیت باشد، البته تأثیر مصرف تستوسترون در زنان دارای سطح طبیعی آندروژن هنوز مورد تحقیق قرار نگرفته است [۱۸]. اطلاعات محدودی در مورد نقش پروژسترون بر عضلات زنان

5. Follicular training (FT)

6. Myosin heavy chain (MHC)

7. Insulin-like Growth Factor 1 (IGF-1)

جدول ۱. طرح پژوهش

گروه	پیش فولیکولار	مرحله فولیکولار	پیش لوتئال	مرحله لوتئال	مرحله فولیکولار	پیش فولیکولار	مرحله لوتئال	پس لوتئال
تمرین فولیکولار	خون گیری	۸	قدرت بیشینه	۲	۸	۲	۲	خون گیری سونوگرافی
تمرین لوتئال	قدرت بیشینه	۲	قدرت بیشینه	۸	۲	۸	۸	قدرت بیشینه

### مجله علمی پزشکی جندی شاپور

و پس از قاعدگی تمرین دوم (ماه پنجم، یعنی پس از ۲ ماه تمرین) از سیاهرگ بازویی گرفته شد. سونوگرافی قطر عضله چهار سر ران در روز ۷ قاعدگی کنترل دوم و بعد از قاعدگی چهارم (یعنی قاعدگی پنجم) از آزمودنی‌ها گرفته شد. علت این فاصله زمانی کاهش تأثیر حاد تمرین و همچنین تورم احتمالی ناشی از خون‌ریزی در چند روز اول قاعدگی بوده است.

در تحقیق حاضر از آزمودنی‌ها خواسته شد طبق آخرین اطلاعات تغذیه‌ای، حداقل ۱/۸ گرم پروتئین و حداقل ۱ گرم چربی به ازای هر کیلو از وزن بدن مصرف کنند. تحقیقات نشان داده‌اند مقادیر بیش از ۱ گرم چربی و بیش از ۱/۶ گرم پروتئین دارای هیچ‌گونه تأثیر مثبت بیشتری بر روند عضله‌سازی ندارد [۲۷]. مقدار کربوهیدرات و یا چربی و پروتئین بیشتر از مقدار بالا برای همه آزمودنی‌ها آزاد بود، زیرا مقادیر بیشتر آن‌ها تأثیری در عضله‌سازی بیشتر ندارند [۲۷].

هر آزمودنی تحت نظر مربی رسمی فدراسیون پرورش اندام ایران، ۲ دوره تمرین انجام داد. تمرین جلو ران (اکستنشن زانو) هفته‌ای ۴ بار در باشگاه با دستگاه جلو ران (برند مبارز ساخت کشور ایران) انجام شد. تعداد جلسات تمرین ۲۰ جلسه بود و بین ۲ گروه یکسان بود. برای طراحی تمرین از آخرین اطلاعات ویرایش دوم کتاب هایپرتروفی دکتر برد شونفلد در سال ۲۰۲۰ استفاده شد [۲۷]. متوسط میزان وزنه جابجا شده در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

در این تحقیق یک پا در مرحله فولیکولار و پای دیگر در مرحله لوتئال تمرین داده شد. تمرینات وزنه در اولین روز خون‌ریزی که نشانه روز اول قاعدگی می‌باشد، آغاز شد. به محض اینکه دمای پایه بدن آزمودنی‌ها به مدت ۳ روز پیاپی به مقدار ۰/۳ درجه افزایش داشت، برنامه تمرینی به صورت تمرین لوتئال<sup>۸</sup> در می‌آمد.

#### 8. Luteal training (LT)

مبتدی‌ها می‌باشد [۸] روی نتیجه تحقیق اثرگذار باشد. هیچ کدام از آزمودنی‌ها هیچ‌گونه فعالیت ورزشی غیر از برنامه تمرینی این تحقیق نداشتند و هیچ یک از آن‌ها با توجه به پرسش‌نامه سلامتی و مصرف دارو دارای سابقه مشکلات هورمونی نبودند. طول قاعدگی تمام آزمودنی‌ها طبیعی و بین ۲۶ تا ۳۰ روز بود و دمای بدن آن‌ها در مرحله لوتئال بالا می‌رفت. آزمودنی‌ها قبل از تحقیق از هدف و روند تحقیق آگاه شدند، اما فرضیه تحقیق به آن‌ها گفته نشد تا بر انگیزه آن‌ها تأثیر منفی نگذارد. قبل از شروع فرایند تحقیق، رضایت‌نامه کتبی از هر آزمودنی دریافت شد.

در تحقیق کنترل شده حاضر که به صورت یک سوکور انجام شد، محقق از گروه‌بندی آزمودنی‌ها بی‌خبر بود و شخص دیگری آزمودنی‌ها را به ۲ گروه تمرین فولیکولار و تمرین لوتئال تقسیم کرد. هر آزمودنی ۲ برنامه را هم‌زمان اجرا می‌کرد (یک برنامه با یک پا و برنامه دیگر را با پای دیگر). برای حذف تأثیر ترجیح آزمودنی‌ها برای انتخاب به صورت تصادفی انتخاب انجام شد. کل تحقیق به مدت ۴ چرخه قاعدگی بود که شامل ۲ چرخه برای کنترل و ۲ چرخه برای تمرین بود. در مجموع ۱۱۲ روز به طول انجامید. در نظر گرفتن چرخه کنترل در این تحقیق به دلیل بررسی طبیعی بودن طول قاعدگی آزمودنی‌ها می‌باشد که حتماً حدود ۲۸ روز باشد (جدول شماره ۱).

در طول تحقیق، وضعیت قاعدگی هر آزمودنی از طریق کنترل دمای بدن به صورت روزانه و ثبت آن در دفتر انجام می‌شد. تخمک‌گذاری زمانی مشخص می‌شود که دمای پایه بدن حداقل ۰/۳ درجه افزایش یابد [۲۶، ۲۵]. اگر در وسط هر یک از چرخه‌های قاعدگی، دمای بدن آزمودنی بالا نمی‌رفت، آن آزمودنی از تحقیق خارج می‌شد. ۱۷ آزمودنی در چرخه قاعدگی اول و ۱ آزمودنی در چرخه قاعدگی دوم به دلیل عدم افزایش دمای پایه بدن از تحقیق خارج شدند و فقط ۲۰ آزمودنی با قاعدگی منظم باقی ماندند. آزمایش خون در روز ۱۱ قاعدگی کنترل دوم (ماه دوم)

جدول ۲. بار تمرینی استفاده شده در پروتکل تمرین در حرکت اکستنشن زانو با دستگاه

هفته	۱	۲	۳	۴	۵	۸	۷	۸
بار تمرین (کیلوگرم)	۱۲-۶	۶±۱۲	۶±۱۲	۱۲-۱۸	۱۲-۲۴	۱۲-۳۰	۱۲-۳۰	۱۸-۳۰

### مجله علمی پزشکی جندی شاپور

## جدول ۳. تغییرات قطر عضله چهارسر ران

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	اختلاف میانگین	P درون گروهی	P بین گروهی
قطر عضله چهارسر ران (سانتی‌متر)	تمرین فولیکولار	۸/۱۶	۸/۸۳	۰/۶۷	۰/۰۰۱	۰/۰۱۲
	تمرین لوتال	۸/۲۲	۸/۶۹	۰/۴۶	۰/۰۰۱	

مجله علمی پزشکی

## جندی شاپور

شبه انسولین ۱ سرمی گرفته شد. خون‌گیری در ساعت بین ۸ تا ۹ صبح پس از ۱۰-۸ ساعت ناشتایی شبانه در حالتی که آزمودنی‌ها به صورت طاق باز خوابیده بودند، انجام شد. خون سیاهرگی بعد از لخته شدن سانتریفیوژ شد و تا زمان تحلیل در دمای منفی ۸۰ درجه فریز شد. سطح عامل رشد شبه‌انسولینی ۱ با روش کلایا<sup>۹</sup> اندازه‌گیری شد.

قدرت بیشینه پای راست و چپ به‌صورت جداگانه یک بار در اواخر فاز فولیکولار (روز ۱۲) و یک بار در اواخر فاز لوتال (روز ۲۵) در دومین قاعدگی کنترل و چرخه دوم تمرینی اندازه‌گیری شد. قدرت بیشینه با دستگاه پرس پا (مبارز ساخت ایران) اندازه‌گیری شد [۳۰]. ابتدا آزمودنی‌ها برای گرم کردن با وزنه‌ای تمرین کردند که بتوانند با آن ۵ یا ۱۰ تکرار را به راحتی اجرا کنند. پس از یک دقیقه استراحت، سپس وزنه‌ای با افزودن ۵ تا ۱۰ کیلوگرم برای گرم کردن انتخاب شد که آزمودنی‌ها بتوانند ۳ تا ۵ تکرار اجرا کنند. آزمودنی‌ها ۲ دقیقه استراحت کردند و سپس وزنه نزدیک بیشینه‌ای با افزودن ۵ تا ۱۰ کیلوگرم انتخاب شد که آزمودنی‌ها بتوانند ۲ تا ۳ تکرار اجرا کنند. پس از ۲ تا ۴ دقیقه استراحت با ۵ تا ۱۰ کیلو افزایش وزنه، آزمودنی‌ها به قصد انجام یک تکرار بیشینه اقدام کردند. اگر ورزشکار موفق می‌شد، هر بار ۲ تا ۴ دقیقه استراحت و وزنه به میزان ۵ تا ۱۰ کیلو افزایش می‌یافت و این کار ادامه پیدا می‌کند تا زمانی که ورزشکار قادر به انجام تکرار نباشد، اما اگر ورزشکاری قادر به انجام یک تکرار با وزنه انتخابی نشده، این بار ۲ تا ۴/۵ کیلوگرم از وزنه کم می‌شد و پس از ۲ تا ۴ دقیقه استراحت دوباره ورزشکار سعی می‌کرد یک تکرار بیشینه را انجام دهد.

اطلاعات این تحقیق به‌صورت میانگین با انحراف استاندارد ارائه شده است. از آزمون آماری تی جفت شده برای مقایسه اندازه قطر عضله و قدرت بیشینه استفاده شد. از آزمون آنووا با اندازه‌گیری

9. chemiluminescence immunoassay (CLEA)

تمرین تک پا در گروه فولیکولار در ۱۴ روز اول قاعدگی ۸ جلسه تمرین و ۲ جلسه تمرین در ۱۴ روز دوم قاعدگی داشت. پای دیگر در گروه لوتال در ۱۴ روز اول قاعدگی ۲ جلسه تمرین و ۸ جلسه تمرین در ۱۴ روز دوم قاعدگی داشت (جدول شماره ۱).

قطر عضله چهارسر هر دو پا به وسیله سونوگرافی در روز ۷ قاعدگی قبل از شروع تمرینات و همچنین در روز ۷ قاعدگی بعد از ۸ هفته تمرین اندازه‌گیری شد. سونوگرافی به این ترتیب اجرا شد: اندازه‌گیری فاصله بین فاسیای داخلی و خارجی عضله چهارسر با اسکنر موازی که قابلیت نفوذ امواج صوتی تا عمق ۱۰ سانتی‌متری عضله برای اندازه‌گیری قطر عضله را دارا می‌باشد. اندازه‌گیری خطی در کوچکترین فضای عمقی عضله انجام شد [۲۸]. آزمودنی‌ها به مدت ۳۰ دقیقه قبل از سونوگرافی از تنش ایستای عضله منع شدند تا نتیجه آزمایش با خطای ناشی از این انقباضات تغییر نکند [۲۹]. تمام آزمودنی‌ها صورت طاق باز و زانوی خم نشده روی میل دستگاه سونوگرافی قرار گرفتند تا آزمایش اجرا شود و هیچ بالش یا پدی زیر آن‌ها قرار نگرفت. سونوگرافی دقیقاً در فاصله وسط بین سر پروگزیمال استخوان ران و مفصل زانو انجام شد و حسگر (پروپ) به آرامی روی ران آزمودنی‌ها قرار گرفت تا باعث فشار روی عضلات نشود. حسگر در زاویه ۹۰ درجه با عضله قرار گرفت تا تصویر در نمایشگر واضح باشد. تصویر در نمایشگر به نمایش درآمده و فریز شد. سپس از این تصویر عکس‌برداری شد تا قطر عضله اندازه‌گیری شود. میانگین ۳ اندازه‌گیری هر ۴ عضله پهن خارجی، پهن داخلی، پهن میانی و راست رانی در یک نقطه باهم جمع شد تا قطر عضله به دست آید. محل قرارگیری پروپ در پیش‌اندازه‌گیری برای هر آزمودنی به دقت ثبت شد تا در پس‌اندازه‌گیری هم آزمایش در همان نقطه انجام شد.

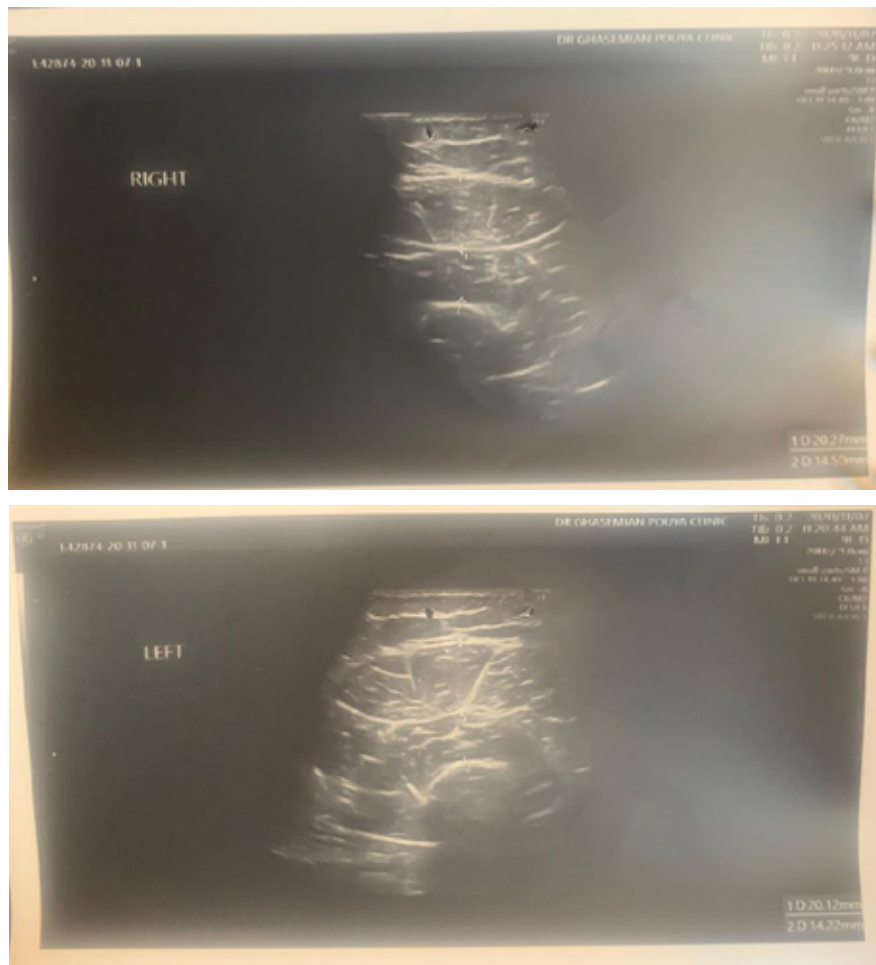
آزمایش خون در روز اول قاعدگی کنترل دوم و روز اول قاعدگی پنجم از سیاهرگ ساعد برای تعیین سطح عامل رشد

## جدول ۴. تغییرات عامل رشد شبه انسولین ۱ سرمی در دو نوع مدل تمرینی

متغیر	میانگین ± انحراف معیار		تغییرات درصد	P درون گروهی
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون		
عامل رشد شبه انسولین ۱ (نانوگرم/میلی‌گرم)	۲۸۸/۵ ± ۱۶/۷	۳۲۶/۰ ± ۱۶/۲	۱۳	۰/۰۰۱

مجله علمی پزشکی

## جندی شاپور



مجله علمی پزشکی  
جندی شاپور

تصویر ۱. نتایج سونوگرافی برای تعیین قطر عضله چهار سر ران

مکرر برای تعیین تأثیر زمان و چرخه قاعدگی استفاده شد. برای تعیین سطح معناداری آماری  $P < 0/05$  در نظر گرفته شد.

#### یافته‌ها

طبیعی بودن توزیع اطلاعات به دست آمده با آزمون شاپیرو ویلک اثبات شد. جدول شماره ۳، نتایج مربوط به تغییرات قطر عضله چهار سر ران در گروه‌های تحقیق می‌باشد.

نتایج نشان داد قطر عضله چهارسر بعد از هر دو روش تمرینی نسبت به قبل از تمرینات دارای افزایش معنادار بود ( $P < 0/001$ ). افزایش قطر عضله چهارسر بعد از تمرین فولیکولار  $(0/67 \pm 0/34)$  سانتی‌متر) به صورت معناداری از تمرین لوتتال  $(0/46 \pm 0/41)$  بیشتر بود (جدول شماره ۳).

تصویر شماره ۱ نتایج سونوگرافی برای تعیین قطر عضله چهار سر ران را نشان می‌دهد.

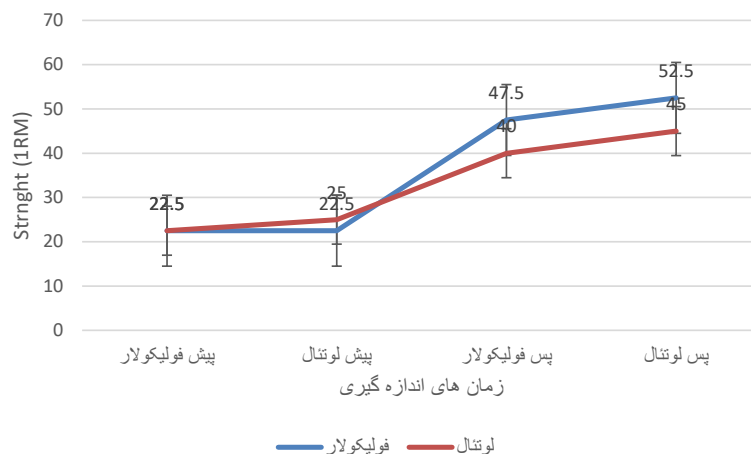
سطح استراحتی عامل رشد شبه انسولین ۱ سرمی پس از دوره تمرین افزایش معناداری نسبت به مقادیر پیش‌آزمون نشان داد

( $P < 0/001$ ) (جدول شماره ۴).

قدرت بیشینه تک‌پا در زمان پیش از تمرینات در ۲ فاز فولیکولار و لوتتال با هم تفاوتی نداشت. قدرت بیشینه هر دو پا در هر دو نوع زمان‌بندی تمرین نسبت به قبل تفاوت معناداری در افزایش داشت ( $P < 0/001$ ). همچنین در مقایسه بین گروهی نتایج نشان داد افزایش قدرت بیشینه در گروه فولیکولار به صورت معناداری بیشتر از فولیکولار بود (تصویر شماره ۲).

#### بحث

مهمترین یافته این تحقیق، افزایش قدرت در گروه فولیکولار (۱۴۲ درصد) نسبت به گروه لوتتال (۹۰ درصد) بود. این مسئله با تحقیقات قبلی همسو می‌باشد که نشان داده بودند افزایش قدرت در گروه تمرین فولیکولار بیشتر از گروه تمرین لوتتال یا تمرین با توزیع عادی است [۸-۱۰]، البته اندازه‌گیری قدرت در طول چرخه قاعدگی کار بسیار دشواری است. تمرین و عوامل دیگر به شدت در هر زمانی بر سطح قدرت اثرگذار است. به نظر می‌رسد تغییرات قدرت با سطح استروژن و پروژسترون هم‌خوانی



تصویر ۲. تغییرات قدرت عضلات اکستنسور زانو در گروه‌های تمرین در فازهای فولیکولار و لوتفال

مجله علمی پزشکی  
جندی شاپور

مانند تستوسترون و استرادیول در حوالی تخمک‌گذاری به اوج می‌رسد [۲۴]. این هورمون به دلیل اوج‌گیری در محدوده زمانی تخمک‌گذاری یکی از عوامل رشد بیشتر عضلات و افزایش قدرت ناشی از تمرین فولیکولار است. هر چند تحقیق حاضر از محدود تحقیقات در مورد برنامه‌ریزی تمرین برای عضله‌سازی با توجه به نوسانات هورمونی زنان در طول ماه می‌باشد که با مقدار پروتئین استاندارد و استراحت بین ست بهینه اجرا شده است، اما برای نتیجه‌گیری در این زمینه تحقیقات بیشتری نیاز است.

در تحقیقی که توسط ساکاماکا ساناگا و همکاران انجام شد، گزارش کردند تمرین در فاز فولیکولار برتری بر رشد عضلانی نسبت به تمرین در فاز لوتفال ندارد [۱۱] که با نتایج تحقیق حاضر همسو نیست. دلیل تفاوت در نتایج ممکن است به خاطر تمرین نکردن آزمودنی‌ها و مصرف روزانه تنها ۵۵ تا ۶۰ گرم پروتئین باشد. مشخص شده است این مقدار پروتئین به هیچ‌وجه برای عضله‌سازی بهینه نیست [۷]. همچنین افراد تمرین نکرده با کوچکترین تحریک تمرینی به رشد می‌رسند و احتمالاً بدن آن‌ها به همین دلیل پاسخی به تفاوت زمان‌بندی متفاوت تمرین نداده است.

رشد بیشتر عضلات و افزایش بیشتر قدرت در گروه فولیکولار نسبت به گروه لوتفال در این تحقیق احتمالاً ناشی از بالاتر بودن سطح تستوسترون تام و تستوسترون آزاد در ۱۴ روزه اول قاعدگی می‌باشد [۹] که در تحقیق حاضر اندازه‌گیری نشد و از محدودیت‌های تحقیق حاضر می‌باشد. طبق سایر تحقیقات [۲، ۱۳، ۳۱] سطح تستوسترون در زنان در شروع فاز فولیکولار در پایین‌ترین سطح خود می‌باشد و دقیقاً قبل یا در زمان تخمک‌گذاری یعنی حوالی روز ۱۴ قاعدگی به اوج خود می‌رسد. این رشد بهتر عضلانی ناشی از تمرین فولیکولار به دلیل بالاتر بودن استرادیول به‌عنوان یک هورمون آنابولیک یا آنتی‌کاتابولیک در مرحله فولیکولار و بالاتر بودن هورمون پروژسترون به‌عنوان

دارد. فرائتحلیل ۲۰۲۰ نتوانست تفاوت معناداری از تأثیر چرخه قاعدگی بر قدرت نشان دهد، اما بسیاری از زنان در فاز فولیکولار به‌ویژه حین تخمک‌گذاری و دقیقاً زمانی که نسبت استرادیول به پروژسترون بالا هست، قوی‌تر هستند [۷]. بعد از تخمک‌گذاری بلافاصله همراه با معکوس شدن نسبت استروژن به پروژسترون قدرت کاهش می‌یابد. با توجه به نتیجه این تحقیق، توزیع بیشتر حجم تمرین در زمانی که قدرت بیشتر است، یعنی در فاز فولیکولار باعث کسب قدرت بیشتری می‌شود. به نظر می‌رسد تغییر بیشتر حجم عضلانی در شرایط آنابولیکی بهتر در این تفاوت قدرت سهیم باشد. در تأیید این موضوع باید گفت افزایش قطر عضله در گروه فولیکولار نسبت به گروه لوتفال بیشتر بود. این مسئله نشان‌دهنده سنتز بیشتر پروتئین بعد از هر جلسه در مرحله فولیکولار نسبت به مرحله لوتفال چرخه قاعدگی است [۱۹] که در تحقیقات گذشته نیز تأیید شده بود [۸-۱۰].

با توجه به اینکه کنترل توده عضلانی تا حدی به فاکتورهای رشد بستگی دارد، عامل رشد شبه انسولین ۱ یکی از عوامل هورمونی مرتبط با رشد عضلانی می‌باشد. در بررسی هورمونی این تحقیق، مشخص شد سطح عامل رشد شبه انسولین ۱ سرمی پس از ۸ هفته تمرین به‌صورت معناداری افزایش یافت. همچنین مشخص شد زمان‌بندی تمرین براساس قاعدگی تأثیر معناداری بر سطح عامل رشد شبه انسولین ۱ سرمی در روز اول قاعدگی ندارد. محدودیت تحقیق حاضر، عدم مقایسه عامل رشد شبه انسولین ۱ سرمی در ۲ فاز فولیکولار و لوتفال است. با توجه به اینکه در تحقیق حاضر به دلیل مقایسه هایپرتروفی و قدرت عضلانی در مراحل مختلف سیکل ماهیانه به‌صورت مقایسه تک‌پای فرد با پای دیگر خود بود، امکان مقایسه اثر فازهای مختلف سیکل ماهیانه برای ما امکان‌پذیر نبود. با توجه به نقش عامل رشد شبه انسولین ۱ بر رشد بیشتر عضلات، شاید بتوان گروه فولیکولار نسبت به لوتفال را با تغییرات این هورمون در فازهای فولیکولار و لوتفال توجیه کرد. در این مورد تحقیقات نشان داده‌اند سطح این هورمون هم

یک هورمون کاتابولیک در مرحله لوتئال می‌باشد [۱۹، ۳۲]. استرادیول قبل از تخمک‌گذاری به اوج خود می‌رسد و در مرحله لوتئال هم کمی بالا می‌باشد (حداقل به اندازه نصف سطح اوج استرادیول در روز ۱۴ قاعدگی). مشکل اینجاست که پروژسترون که در مرحله فولیکولار پایین است بعد از تخمک‌گذاری و در مرحله لوتئال به اوج می‌رسد و ظاهراً تأثیر آنابولیک یا آنتی کاتابولیک استرادیول را هم در مرحله لوتئال خنثی می‌کند [۳، ۱۹] که می‌تواند توجه‌کننده تفاوت بر هاپیپرتروفی ناشی از تمرینات مقاومتی در دو فاز فولیکولار و لوتئال باشد.

### نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، نتایج این تحقیق نشان داد تمرین فولیکولار باعث رشد عضلانی و افزایش قدرت بیشتری نسبت به تمرین لوتئال در زنان جوان با سابقه تمرینی می‌شود. همیشه قاعدگی بانوان به‌صورت منظم و حدود ۲۸ روز نیست که بتوان به این راحتی برنامه‌ریزی کرد و افزایش قدرت در برخی بانوان در ۲ فاز قاعدگی چنان محسوس نیست که تأثیری بر تمرین داشته باشد، اما وجود محیط آنابولیک‌تر در نیمه اول چرخه قاعدگی به وضوح در تحقیقات گذشته و این تحقیق نشان داده شده است. پیشنهاد می‌شود زنان یومنوره که قاعدگی منظمی دارند و از داروهای ضد بارداری که باعث تغییر پروفایل هورمونی طبیعی زنانه می‌شوند، استفاده نمی‌کنند، زمانبندی تمرینات قدرتی خود را بر اساس ریتم قاعدگی فردی تنظیم کنند.

### ملاحظات اخلاقی

#### پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در مطالعه حاضر از همگی شرکت‌کننده‌ها رضایت‌نامه کتبی آگاهانه دریافت شد. به آزمودنی‌ها اطمینان داده شد که اطلاعات شخصی بیماران نزد پژوهشگران به صورت محرمانه باقی می‌ماند. تمام مراحل تحقیق حاضر توسط کمیته اخلاق دانشگاه خوارزمی تأیید شده است.

#### حامی مالی

این مقاله حامل مالی ندارد.

#### مشارکت‌نویسندگان

مفهوم‌سازی، تحقیق و بررسی ویراستاری و نهایی‌سازی نوشته: حمید مسجدی، حمید رجیبی، پژمان معتمدی.

#### تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.



**References**

- [1] Shahidi F, Sarhadi S. [Comparison of some physiological indices of mature girls in luteal and follicular phases of menstrual cycle (Persian)]. *Iran J Obstet Gynecol Infertil.* 2015; 18(164):11-8. [https://ijogi.mums.ac.ir/article\\_5615.html](https://ijogi.mums.ac.ir/article_5615.html)
- [2] Longcope C. 1 Adrenal and gonadal androgen secretion in normal females. *Clin Endocrinol Metab.* 1986; 15(2):213-28. [DOI:10.1016/S0300-595X(86)80021-4]
- [3] Van Look P, Baird D. Regulatory mechanisms during the menstrual cycle. *Europ J Obstet Gynec Reprod Biol.* 1980; 11:121-44. [DOI:10.1016/0028-2243(80)90018-0]
- [4] Constantini NW, Dubnov G, Lebrun CM. The menstrual cycle and sport performance. *Clin Sports Med.* 2005; 24(2):e51-82. [DOI:10.1016/j.csm.2005.01.003] [PMID]
- [5] Janse de Jonge XA. Effects of the menstrual cycle on exercise performance. *Sports Med.* 2003; 33(11):833-51. [DOI:10.2165/00007256-200333110-00004] [PMID]
- [6] Lebrun CM. The effect of the phase of the menstrual cycle and the birth control pill on athletic performance. *Clin Sports Med.* 1994; 13(2):419-41. [DOI:10.1016/S0278-5919(20)30339-2]
- [7] Blagrove RC, Bruinvels G, Pedlar CR. Variations in strength-related measures during the menstrual cycle in eumenorrhoeic women: A systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport.* 2020; 23(12):1220-7. [DOI:10.1016/j.jsams.2020.04.022] [PMID]
- [8] Reis E, Frick U, Schmidtbleicher D. Frequency variations of strength training sessions triggered by the phases of the menstrual cycle. *Int J Sports Med.* 1995; 16(8):545-50. [DOI:10.1055/s-2007-973052] [PMID]
- [9] Sung E, Han A, Hinrichs T, Vorgerd M, Manchado C, Platen P. Effects of follicular versus luteal phase-based strength training in young women. *Springerplus.* 2014; 3:668. [DOI:10.1186/2193-1801-3-668] [PMID] [PMCID]
- [10] Wikström-Frisén L, Boraxbekk CJ, Henriksson-Larsen K. Effects on power, strength and lean body mass of menstrual/oral contraceptive cycle based resistance training. *J Sports Med Phys Fitness.* 2017; 57(1-2):43-52. [DOI:10.23736/S0022-4707.16.05848-5]
- [11] Sakamaki-Sunaga M, Min S, Kamemoto K, Okamoto T. Effects of menstrual phase-dependent resistance training frequency on muscular hypertrophy and strength. *J Strength Cond Res.* 2016; 30(6):1727-34. [DOI:10.1519/JSC.0000000000001250] [PMID]
- [12] Ahlborg B, Bergström J, Ekelund LG, Hultman E. Muscle glycogen and muscle electrolytes during prolonged physical exercise. *Acta Physiol Scand.* 1967; 70(2):129-42. [DOI:10.1111/j.1748-1716.1967.tb03608.x]
- [13] Jabbour HN, Kelly RW, Fraser HM, Critchley HO. Endocrine regulation of menstruation. *Endocr Rev.* 2006; 27(1):17-46. [DOI:10.1210/er.2004-0021] [PMID]
- [14] Enns DL, Tiidus PM. The influence of estrogen on skeletal muscle: Sex matters. *Sports Med.* 2010; 40(1):41-58. [DOI:10.2165/11319760-000000000-00000] [PMID]
- [15] Lowe DA, Baltgalvis KA, Greising SM. Mechanisms behind estrogens' beneficial effect on muscle strength in females. *Exerc Sport Sci Rev.* 2010; 38(2):61-7. [DOI:10.1097/JES.0b013e3181d496bc] [PMID] [PMCID]
- [16] Pellegrini M, Bulzomi P, Galluzzo P, Lecis M, Leone S, Pallotini V, et al. Naringenin modulates skeletal muscle differentiation via estrogen receptor  $\alpha$  and  $\beta$  signal pathway regulation. *Genes Nutr.* 2014; 9(5):425. [DOI:10.1007/s12263-014-0425-3] [PMID] [PMCID]
- [17] Dieli-Conwright CM, Spektor TM, Rice JC, Sattler FR, Schroeder ET. Influence of hormone replacement therapy on eccentric exercise induced myogenic gene expression in postmenopausal women. *J Appl Physiol (1985).* 2009; 107(5):1381-8. [DOI:10.1152/jappphysiol.00590.2009] [PMID] [PMCID]
- [18] Enea C, Boisseau N, Fargeas-Gluck MA, Diaz V, Dugué B. Circulating androgens in women: Exercise-induced changes. *Sports Med.* 2011; 41(1):1-15. [DOI:10.2165/11536920-000000000-00000] [PMID]
- [19] Oosthuysen T, Bosch AN. The effect of the menstrual cycle on exercise metabolism: Implications for exercise performance in eumenorrhoeic women. *Sports Med.* 2010; 40(3):207-27. [DOI:10.2165/11317090-000000000-00000] [PMID]
- [20] Gharahdaghi N, Phillips BE, Szewczyk NJ, Smith K, Wilkinson DJ, Atherton PJ. Links Between testosterone, oestrogen, and the growth hormone/insulin-like growth factor Axis and resistance exercise muscle adaptations. *Front Physiol.* 2021; 11:621226. [DOI:10.3389/fphys.2020.621226] [PMID] [PMCID]
- [21] Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Med.* 2005; 35(4):339-61. [DOI:10.2165/00007256-200535040-00004] [PMID]
- [22] Crewther B, Cronin J, Keogh J. Possible stimuli for strength and power adaptation: Acute mechanical responses. *Sports Med.* 2005; 35(11):967-89. [DOI:10.2165/00007256-200535110-00004] [PMID]
- [23] Florini JR, Ewton DZ, Coolican SA. Growth hormone and the insulin-like growth factor system in myogenesis. *Endocr Rev.* 1996; 17(5):481-517. [PMID]
- [24] Ovesen P, Vahl N, Fisker S, Veldhuis JD, Christiansen JS, Jørgensen JOL. Increased pulsatile, but not basal, growth hormone secretion rates and plasma insulin-like growth factor I levels during the periovulatory interval in normal women. *J Clin Endocrinol Metab.* 1998; 83(5):1662-7. [DOI:10.1210/jcem.83.5.4761] [PMID]
- [25] Kelly G. Body temperature variability (Part 1): A review of the history of body temperature and its variability due to site selection, biological rhythms, fitness, and aging. *Altern Med Rev.* 2006; 11(4):278-93. [PMID]
- [26] Owen JA Jr. Physiology of the menstrual cycle. *Am J Clin Nutr.* 1975; 28(4):333-8. [DOI:10.1093/ajcn/28.4.333] [PMID]
- [27] Schoenfeld BJ. science and development of muscular hypertrophy. Champaign: Human Kinetics; 2016. [https://www.google.com/books/edition/Science\\_and\\_Development\\_of\\_Muscle\\_Hypert/cvR6DwAAQBAJ?hl=en&gbpv=0](https://www.google.com/books/edition/Science_and_Development_of_Muscle_Hypert/cvR6DwAAQBAJ?hl=en&gbpv=0)

- [28] Martinson H, Stokes MJ. Measurement of anterior tibial muscle size using real-time ultrasound imaging. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1991; 63(3-4):250-4. [DOI:10.1007/BF00233856] [PMID]
- [29] Reimers CD. [Sonographie der muskeln, sehnen und nerven: Untersuchungstechnik und befundinterpretation; mit 103 tabellen (German)]. Cologne: Dt. Ärzte-Verlag; 2004. [https://www.google.com/books/edition/Sonographie\\_der\\_Muskeln\\_Sehnen\\_und\\_Nerve/AYEQLoLRqPwC?hl=en&gbpv=0](https://www.google.com/books/edition/Sonographie_der_Muskeln_Sehnen_und_Nerve/AYEQLoLRqPwC?hl=en&gbpv=0)
- [30] Haff GG, Triplett NT. *Essensial of strength training and conditioning*. Champaign: Human Kinetics; 2016. [https://www.google.com/books/edition/Essentials\\_of\\_Strength\\_Training\\_and\\_Cond/bfuXCgAAQBAJ?hl=en&gbpv=0](https://www.google.com/books/edition/Essentials_of_Strength_Training_and_Cond/bfuXCgAAQBAJ?hl=en&gbpv=0)
- [31] Alexander GM, Sherwin BB, Bancroft J, Davidson DW. Testosterone and sexual behavior in oral contraceptive users and nonusers: A prospective study. *Horm Behav*. 1990; 24(3):388-402. [DOI:10.1016/0018-506X(90)90017-R]
- [32] Reilly T. The menstrual cycle and human performance: An overview. *Biol Rhythm Res*. 2000; 31(1):29-40. [DOI:10.1076/0929-1016(200002)31:1;1-0;FT029]