

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 Masjedi¹ , Hamid Rajabi¹ , Pezhman Motamed¹

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



Citation Masjedi H, Rajabi H, Motamed 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 Journal of Medical Sciences*. 2022; 20(6):556-565. <https://doi.org/10.32598/JSMJ.20.6.2447>

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



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.

Received: 17 Oct 2021

Accepted: 13 Nov 2021

Available Online: 21 Jan 2022

Keywords:

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

*** 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 شباهنسلی ۱ و اندازه عضله چهارسران در مرحله فولیکولار نسبت به مرحله لوتئال در سازگاری به تمرينات مقاومتی در زنان جوان

* حمید مسجدی^۱, حمید رجبی^۱, پژمان معتمدی^۱

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

چکیده

زمینه و هدف: چرخه قاعدگی ممکن است بر تمرينات پذیری قدرت و اندازه عضلاتی تأثیرگذار باشد. هدف مطالعه حاضر، تعیین تأثیر توزيع حجم تمرين در ۲ فاز فولیکولار و لوتئال چرخه قاعدگی بر عامل رشد شباهنسلی ۱ سرم و حجم عضلاتی زنان بود.

روش بررسی: در تحقیق نیمه تجربی حاضر، ۲۰ زن دارای چرخه قاعدگی منظم (۷۲±۵ سال) با سایقه ۸ هفته تمرين مقاومتی انتخاب شدند. در باردهی تمرين فولیکولار، تمرينات اکستنشن زانو در ۸ جلسه تمرين در ۱۴ روز اول و ۲ جلسه تمرين در مرحله دوم سیکل ماهیانه انجام شد. در باردهی لوتئال، تمرينات پای مخالف به صورت ۲ جلسه تمرين در ۱۴ روز اول و ۸ جلسه تمرين در ۱۴ روز دوم سیکل ماهیانه انجام شد.

یافته ها: قطر عضله چهارسران در هر دو گروه تمرين فولیکولار (34 ± 3 سانتی متر) و لوتئال (41 ± 4 سانتی متر) نسبت به پیش آزمون افزایش معناداری یافت و این افزایش در فولیکولار نسبت به لوتئال بیشتر بود ($P=0.012$). همچنین افزایش معناداری (۱۳٪ درصد) در سطح سرمی عامل رشد شباهنسلی ۱ مشاهده شد ($P<0.001$).

نتیجه گیری: با توجه به نتایج می توان گفت باردهی تمرين در مرحله فولیکولار نسبت به لوتئال موجب افزایش هایپرتروفی عضلاتی و همچنین افزایش بیشتر قدرت بیشینه در زنان جوان سالم می شود.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰ مهر ۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰ آبان ۲۲

تاریخ انتشار: ۱ بهمن ۱۴۰۰

کلیدواژه ها:

سیکل ماهیانه، تمرين مقاومتی، فولیکولار، لوتئال، هایپرتروفی عضلاتی

مقدمه

هورمونی در طول چرخه قاعدگی ممکن است بر روی عملکرد ورزشی و افزایش قدرت و حجم عضلاتی تأثیرگذار باشد [۱-۶].

نتیجه تحقیقات تأثیر چرخه قاعدگی بر روی عملکرد ورزشی متناقض است. برخی تحقیقات افزایش قدرت را در حوالی زمان تخمک گذاری نشان داده اند. برخی هم کاهش قدرت در فاز لوتئال را نشان داده اند، اما اکثر تحقیقات نشان داده اند نوسان قدرت در طول چرخه قاعدگی به حد معنادار نمی رسد و قدرت در طول این چرخه ثابت است. در همین راستا بلاگرو و همکاران در متالانیزی 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 کرده اند. به نظر می رسد در فاز فولیکولار که سطوح استروژن و تستوسترون بالاتر می باشد، قدرت عضلاتی نیز بالاتر است. اگر هم قدرت بالاتر نباشد، حداقل استقامات قدرت و فعال سازی ارادی بیشینه

زنان بهطور متوسط پس از بلوغ جنسی تقریباً از سن ۱۳ سالگی تا مرحله یائسگی که تقریباً ۵۰ سالگی می باشد، سیکل عادت ماهیانه قاعدگی را تجربه می کنند. این چرخه بهطور میانگین ۲۸ روز طول می کشد و شامل مراحل فولیکولی، تخمک گذاری و لوتئال است [۸]. در سال های گذشته، بارها مشخص شده است غلظت تمرين فولیکولار سرمی هورمون های لوتئینی^۱، محرک فولیکولی^۲، استراديول^۳ و پروژسترون^۴ در طول چرخه قاعدگی نوسان دارد و سطح تستوسترون قبل و یا دقیقاً در زمان تخمک گذاری به اوج خود می رسد [۹، ۱۰]. 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: +۹۸ ۰۲۵۳۲۸۶۸

ایمیل: s_salkhordeh2013@yahoo.com

وجود دارد. مشخص شده است اکسیداسیون اسیدهای آمینه و تخریب پروتئینی در فاز لوთال هم در استراحت و هم در حین ورزش بیشتر از مرحله فولیکولار است. ظاهرا 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 هایپرتروفی عضلاتی 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 [۲۱].

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 عضلاتی در ارتباط هستند [۲۱]. چندین مطالعه، هورمون رشد و عامل رشد شبه انسولین^۱ را با هایپرتروفی مرتبط دانسته‌اند [۲۱-۲۷]. 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 اوج گیری در حوالی تخمک‌گذاری یکی از عوامل رشد بیشتر عضلات و افزایش قدرت ناشی از تمرین فولیکار باشد که نشان دهنده ضرورت تحقیقات بیشتر در این مورد می‌باشد.

با توجه به اینکه چرخه ماهیانه قاعده‌گی در زنان بر سطوح هورمونی آن‌ها مؤثر است و تفاوت‌های هورمونی در فازهای فولیکولار و لوთال، 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 لوთال بر حجم عضلاتی 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 قاعده‌گی منظم) داوطلب که داروی ضدبارداری را حداقل یک سال قبل از تحقیق و در حین تحقیق مصرف نمی‌کردند با میانگین سنی 22 ± 5 سال، قد 166 ± 6 سانتی‌متر و وزن 58 ± 7 کیلوگرم به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. همه آزمودنی‌ها سابقه ۲ ماه تمرین وزنه تحت‌نظر 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

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

در این زمان بیشتر هستند. در فاز لوთال که پروژسترون بالاتر است و استروژن پایین‌تر، احتمال کمتر بودن قدرت وجود دارد. بنابراین، شاید باردهی بیشتر در دوره فولیکولار اثری خشی بیشتری در تمرین‌پذیری زنان داشته باشد [۲۲]. تاکنون تأثیر زمان‌بندی تمرین بر اساس چرخه قاعده‌گی بر رشد عضلات فقط در ۴ تحقیق بررسی شده است که ۳ مورد رشد بیشتر در تمرین فولیکولار^۲ گزارش کرده‌اند و یک مورد هم تفاوتی در رشد عضلات که حاصل این نوع زمان‌بندی تمرین نداده است [۲۳-۲۵].

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 [۲۶، ۲۷]. کشف ۳ نوع گیرنده استروژن باعث شد دانشمندان پی ببرند ممکن است تنظیم تعدادی از زن‌های پایین‌دست و مولکول‌های هدف تحت فرمان استروژن باشد [۲۸، ۲۹]. در همین راستا گزارش شده است گیرنده‌های آلفا و بتای استروژن در تمايز عضلات از جمله ایزوفرم گیرنده‌های زنگیره سنتگین میوزین^۳ که در تارهای نوع یک بیشتر آهسته زنگیره سنتگین میوزین^۳ که در تارهای نوع یک بیشتر است نقش دارد [۲۶]. این قضیه نشان می‌دهد استروژن ممکن است بر روی توزیع نوع تارهای عضلاتی مؤثر باشد. همچنین تحقیقی دیگر نشان داد زنانی که از درمان هورمون جایگزین استفاده کرده‌اند به تنظیم مثبت خیلی بیشتری از بیان زن‌های پیش آنابولیک هم در زمان استراحت و هم پس از تمرینات بروند گرا نسبت به گروه کنترل دست یافتند [۲۷]. احتمالاً استروژن بر روند ترمیم پس از آسیب هم دارای تأثیر مثبتی می‌باشد. این تأثیر مثبت از طریق فعلی سازی 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 عضلاتی از طریق پیوند نیرومندتر میوزین و اکتین در حین انقباض مؤثر باشد [۲۶].

یکی دیگر از عوامل مؤثر بر افزایش قدرت و حجم عضلاتی در زنان، سطح تستوسترون و تغییرات آن در سیکل قاعده‌گی زنان می‌باشد [۲۲]. گزارش شده است مصرف تستوسترون در ذُر فیزیولوژیک در زنان دارای نقص آندروژن باعث افزایش حجم عضلاتی می‌شود که نشان‌دهنده نقش آنابولیک سطح پایین تستوسترون بر عضلات بانوان است. این تأثیر فیربولوژیک 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 [۲۸]. اطلاعات محدودی در مورد نقش پروژسترون بر عضلات زنان

5. Follicular training (FT)

6. Myosin heavy chain (MHC)

جدول ۱. طرح پژوهش

گروه	پيش فوليکولار	مرحله فوليکولار	پس لوتال	مرحله لوتال	پس فوليکولار	مرحله لوتال	پيش بيشينه	قدرت بيشينه	پس بيشينه	مرحله لوتال	پس فوليکولار	خون گيری سونوگرافی قدرت بيشينه	تمرين فوليکولار
تمرين فوليکولار	خون گيری سونوگرافی قدرت بيشينه	خون گيری سونوگرافی قدرت بيشينه	۸	۲	۸	۲	۸	۲	۸	۲	۸	۲	تمرين لوتال
تمرين لوتال	خون گيری سونوگرافی قدرت بيشينه	خون گيری سونوگرافی قدرت بيشينه	۲	۸	۲	۸	۲	۸	۲	۸	۲	۲	تمرين لوتال

مجله علمی پژوهشی
جندي شاپور

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

در تحقیق حاضر از آزمودنی‌ها خواسته شد طبق آخرین اطلاعات تغذیه‌ای، حداقل $1/8$ 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 $1/6$ گرم پروتئین دارای هیچ گونه 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 عضله سازی بیشتر ندارند [۲۷].

هر آزمودنی تحت نظر مربي رسمي فدراسيون پرورش اندام ايران، ۲ دوره تمرين انجام داد. تمرين جلو ران (اکستنشن زانو) هفتاهای ۴ بار در باشگاه با دستگاه جلو ران (برند مبارز ساخت کشور ايران) انجام شد. تعداد جلسات تمرين ۲۰ جلسه بود و بين ۲ گروه يكسان بود. برای طراحی تمرين از آخرین اطلاعات ويرايش دوم كتاب هايپرتروفي دكتر برد شونفلد در سال ۲۰۲۰ استفاده شد [۲۷]. متوسط ميزان وزنه جابجا شده در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

در اين تحقیق يك پا در مرحله فوليکولار و پاي دیگر در مرحله لوتال تمرين نداده شد. تمرينات وزنه در اولین روز خون‌ریزی که نشانه روز اول قاعده‌گی می‌باشد، آغاز شد. به محض اینکه دمای پایه بدن آزمودنی‌ها به مدت ۳ روز پیاپی به مقدار $0/3$ درجه $^{\circ}\text{C}$ افزایش داشت، برنامه تمرينی بهصورت تمرين لوتال^۱ در می‌آمد.

8. Luteal training (LT)

مبتدی‌ها می‌باشد [۸] روی نتیجه تحقیق اثرگذار باشد. هیچ کدام از آزمودنی‌ها هیچ‌گونه فعالیت ورزشی غیر از برنامه تمرينی این تحقیق نداشتند و هیچ یک از آن‌ها با توجه به پرسشنامه سلامتی و مصرف دارو دارای سابقه مشکلات هورمونی نبودند. طول قاعده‌گی تمام آزمودنی‌ها طبیعی و بین ۲۶ تا ۳۰ روز بود و دمای بدن آن‌ها در مرحله لوتال 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 بهصورت یک سوکور انجام شد، محقق از گروه‌بندی آزمودنی‌ها بای خبر بود و شخص دیگری آزمودنی‌ها را به ۲ گروه تمرين فوليکولار و تمرين لوتال تقسیم کرد. هر آزمودنی هر 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 بهصورت تصادفی انتخاب انجام شد. کل تحقیق به مدت ۴ چرخه قاعده‌گی بود که شامل ۲ چرخه برای کنترل و ۲ چرخه برای تمرين بود. در مجموع ۱۱۲ روز به طول انجامید. درنظر گرفتن چرخه کنترل در این تحقیق به دلیل برسی طبیعی بودن طول قاعده‌گی آزمودنی‌ها می‌باشد که حتماً حدود ۲۸ روز باشد (جدول شماره ۱).

در طول تحقیق، وضعیت قاعده‌گی هر آزمودنی از طریق کنترل دمای بدن بهصورت روزانه و ثبت آن در دفتر انجام می‌شد. تخمک‌گذاری زمانی مشخص می‌شود که دمای پایه بدن حداقل $0/3$ درجه افزایش یابد [۲۵، ۲۶]. اگر در وسط هر یک از چرخه‌های قاعده‌گی، دمای بدن آزمودنی بالانمی رفت، آن آزمودنی از تحقیق خارج می‌شد. ۱۷ آزمودنی در چرخه قاعده‌گی اول و ۱ آزمودنی در چرخه قاعده‌گی دوم به دلیل عدم افزایش دمای پایه بدن از تحقیق خارج شدند و فقط ۲۰ آزمودنی با قاعده‌گی منظم باقی ماندند. آزمایش خون در روز ۱۱ قاعده‌گی کنترل دوم (ماه دوم) در طول تحقیق، وضعیت قاعده‌گی هر آزمودنی از طریق کنترل دمای بدن بهصورت روزانه و ثبت آن در دفتر انجام می‌شد. تخمک‌گذاری زمانی مشخص می‌شود که دمای پایه بدن حداقل $0/3$ درجه افزایش یابد [۲۵، ۲۶]. اگر در وسط هر یک از چرخه‌های قاعده‌گی، دمای بدن آزمودنی بالانمی رفت، آن آزمودنی از تحقیق خارج می‌شد. ۱۷ آزمودنی در چرخه قاعده‌گی اول و ۱ آزمودنی در چرخه قاعده‌گی دوم به دلیل عدم افزایش دمای پایه بدن از تحقیق خارج شدند و فقط ۲۰ آزمودنی با قاعده‌گی منظم باقی ماندند. آزمایش خون در روز ۱۱ قاعده‌گی کنترل دوم (ماه دوم)

جدول ۲. بار تمرينی استفاده شده در پروتکل تمرين در حرکت اکستنشن زانو با دستگاه

بار تمرين (کيلوگرم)	۱۲-۶	۶±۱۲	۶±۱۲	۱۲-۱۸	۱۲-۲۴	۱۲-۳۰	۱۲-۳۰	۸	۷	۸	۵	۴	۳	۲	۱	هفتاه	ميانگين ± انحراف معيار

مجله علمی پژوهشی
جندي شاپور

جندی شاپور

جدول ۳. تغییرات قطر عضله چهارسر ران

متغیر	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	اختلاف میانگین	P درون گروهی	P بین گروهی
تمرين فوليکولار (سانتی متر)	تمرين فوليکولار	۸/۱۶	۸/۸۳	۰/۶۷	۰/۰۰۱	۰/۰۱۲
	تمرين لوتال	۸/۲۲	۸/۶۹	۰/۳۶	۰/۰۰۱	

مجله علمی پژوهشی

جندی شاپور

شبه انسولین ۱ سرمی گرفته شد. خون گیری در ساعت بین ۸ تا ۹ صبح پس از ۸-۱۰ ساعت ناشایی 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^۱ اندازه‌گیری شد.

قدرت بیشینه پای راست و چپ به صورت جداگانه یک بار در اواخر فاز فوليکولار (روز ۱۲) و یک بار در اوخر فاز لوتال (روز ۲۵) در دومین قاعده‌گی کنترل و چرخه دوم تمرينی اندازه‌گیری شد. قدرت بیشینه با دستگاه پرس پا (مسابز ساخت ایران) اندازه‌گیری شد [۳۰]. ابتدا آزمودنی‌ها برای گرم کردن با وزنهای تمرين 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 می‌یافتد 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 نشد، 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 به صورت 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 آنوا با اندازه‌گیری

9. chemiluminescence immunoassay (CLEA)

تمرين تک پادر گروه فوليکولار در ۱۴ روز اول قاعده‌گی ۸ جلسه تمرين و ۲ جلسه تمرين در ۱۴ روز دوم قاعده‌گی داشت. پای دیگر در گروه لوتال در ۱۴ روز اول قاعده‌گی ۲ جلسه تمرين و ۸ جلسه تمرين در ۱۴ روز دوم قاعده‌گی داشت (جدول شماره ۱).

قطر عضله چهارسر هر دو پا به وسیله سونوگرافی در روز ۷ قاعده‌گی قبل از شروع تمرينات و همچنین در روز ۷ قاعده‌گی بعد از ۸ هفته تمرين 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 عمیقی عضله انجام شد [۲۸]. آزمودنی‌ها به مدت ۳۰ دقیقه قبل از سونوگرافی از تنفس 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 مبل 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 (پروب) به آرامی روى 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 داخلی، پهن خارجی، پهن میانی و راست رانی در یک نقطه باهم جمع شد تا قطر عضله به دست آید. محل قرار گیری پروب در پیش اندازه‌گیری برای هر آزمودنی به دقت ثبت شد تا در پس اندازه‌گیری هم آزمایش در همان نقطه انجام شد.

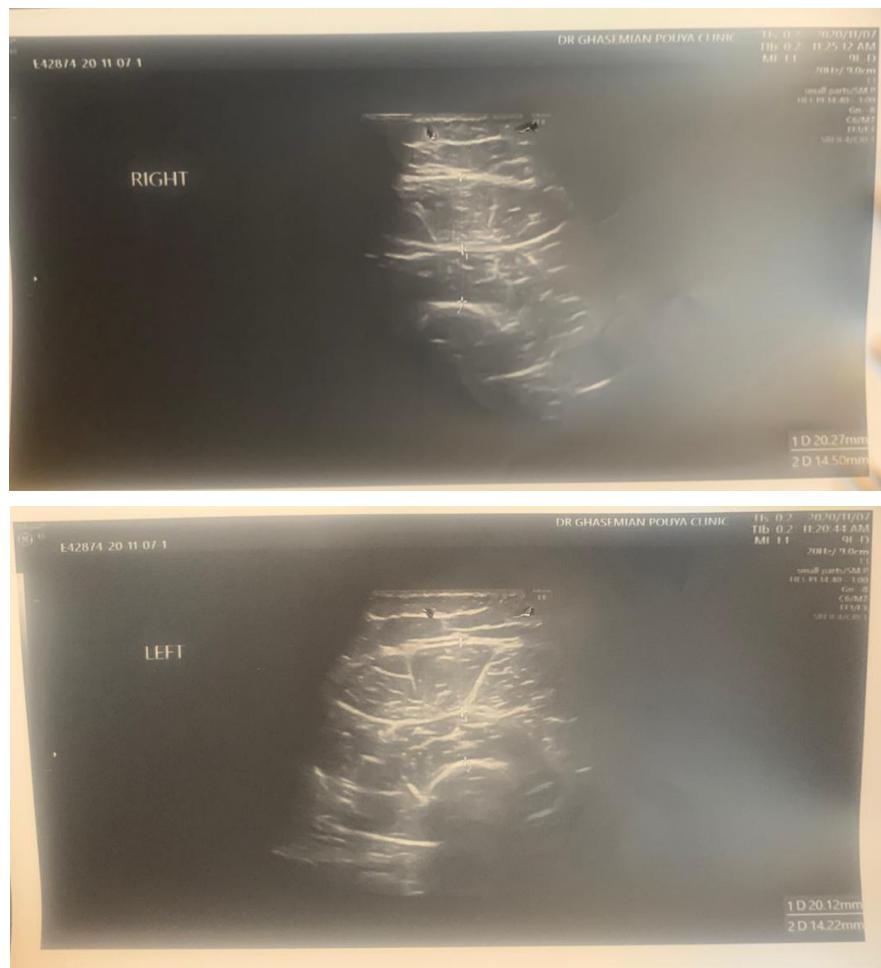
آزمایش خون در روز اول قاعده‌گی کنترل دوم و روز اول قاعده‌گی پنجم از سیاه‌رگ ساعد برای تعیین سطح عامل رشد

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

متغیر	پیش آزمون	پس آزمون	تغییر	میانگین ± انحراف معیار	تغییرات درصد	P درون گروهی
عامل رشد شبه انسولین ۱ (نانوگرم/ملی‌گرم)	۲۸۸/۵±۱۶/۷	۳۲۶/۰±۱۶/۲	۴۸/۰	۱۳	۰/۰۰۱	

مجله علمی پژوهشی

جندی شاپور



جندي شاپور

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

مکرر برای تعیین تأثیر زمان و چرخه قاعده‌گی استفاده شد. برای تعیین سطح معناداری آماری $P < 0.05$ درنظر گرفته شد.

یافته‌ها

طبیعی بودن توزیع اطلاعات به دست آمده با آزمون شاپیرو ویک 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 (67 ± 0.34 سانتی‌متر) به صورت معناداری از تمرین لوتثال (46 ± 0.41 سانتی‌متر) بیشتر بود (**جدول شماره ۳**).

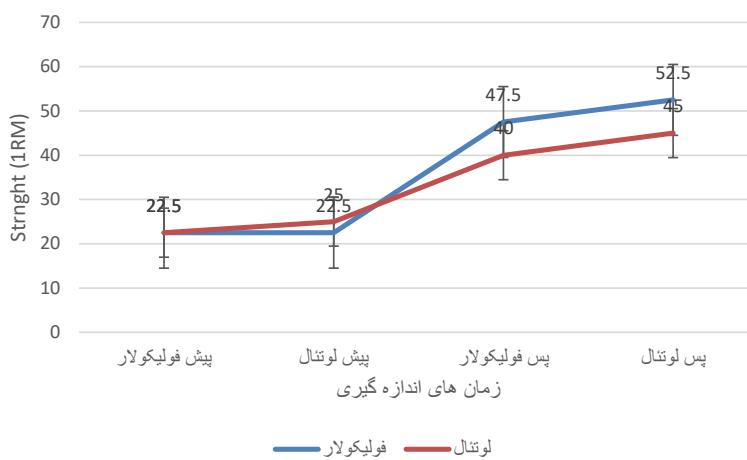
تصویر شماره ۱ نتایج سونوگرافی برای تعیین قطر عضله چهار سر ران را نشان می‌دهد.

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 لوتثال با هم تفاوتی نداشت. قدرت بیشینه هر دو با 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 (۹۰ درصد) نسبت به گروه لوتثال (14% درصد) بود. این مسئله با تحقیقات قبلی همسو می‌باشد که نشان داده بودند افزایش قدرت در گروه تمرین فولیکولار بیشتر از گروه تمرین لوتثال یا تمرین با توزیع عادی است [۸-۱۰]. البته اندازه‌گیری قدرت در طول چرخه قاعده‌گی 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 هم خوانی



جندی شاپور

تصویر ۲. تغییرات قدرت عضلات اکستنسور زانو در گروههای تمرين در فازهای فولیکولار و لوتنال

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 تمرين فولیکولار است. هر چند تحقیق حاضر از محدود تحقیقات در مورد برنامه‌ریزی تمرين 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 ساکاماکی ساناگا و همکاران انجام شد، گزارش کردند تمرين در فاز فولیکولار برتری بر رشد عضلانی نسبت به تمرين در فاز لوتنال ندارد [۱۱] که با نتایج تحقیق حاضر همسو نیست. دلیل تفاوت در نتایج ممکن است به خاطر تمرين نکردن آزمودنی‌ها و مصرف روزانه تنها ۶۰ گرم پروتئین باشد. مشخص شده است این مقدار پروتئین به هیچ وجه برای عضله‌سازی بهینه نیست [۷]. همچنین افراد تمرين نکرده با کوچکترین تحريك تمرينی به رشد می‌رسند و احتمالاً بدن آن‌ها به همین دلیل پاسخی به تفاوت زمان‌بندی متفاوت تمرين نداده است.

رشد بیشتر عضلات و افزایش بیشتر قدرت در گروه فولیکولار نسبت به گروه لوتنال در این تحقیق احتمالاً ناشی از بالاتر بودن سطح تستوسترون تام و تستوسترون آزاد در ۱۴ روزه اول قاعده‌گی می‌باشد [۹] که در تحقیق حاضر اندازه‌گیری نشد و از محدودیت‌های تحقیق حاضر می‌باشد. طبق سایر تحقیقات [۲۰، ۱۳، ۳۱] سطح تستوسترون در زنان در شروع فاز فولیکولار در پایین‌ترین سطح خود می‌باشد و دقیقاً قبل یا در زمان تخمک‌گذاری یعنی حوالی روزه ۱۴ قاعده‌گی به اوج خود می‌رسد. این رشد بهتر عضلانی ناشی از تمرين فولیکولار به دلیل بالاتر بودن استرادیول به عنوان یک هورمون آنابولیک یا آنتی کاتابولیک در مرحله فولیکولار و بالاتر بودن هورمون پروژسترون به عنوان

دارد. فراتحلیل ۲۰۲۰ نتوانست تفاوت معناداری از تأثیر چرخه قاعده‌گی بر قدرت نشان دهد، اما پسیاری از زنان در فاز فولیکولار بهویژه حین تخمک‌گذاری و دقیقاً زمانی که نسبت استرادیول به پروژسترون بالا هست، قوی‌تر هستند [۶]. بعد از تخمک‌گذاری بالاگصله همراه با معکوس شدن نسبت استروژن به پروژسترون قدرت کاهش می‌یابد. با توجه به نتیجه این تحقیق، توزیع بیشتر حجم تمرين 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 لوتنال بیشتر بود. این مسئله نشان‌دهنده سنتز بیشتر پروتئین بعد از هر جلسه در مرحله فولیکولار نسبت به مرحله لوتنال چرخه قاعده‌گی 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 تمرين به صورت معناداری افزایش یافت. همچنین مشخص شد زمان‌بندی تمرين براساس قاعده‌گی تأثیر معناداری بر سطح عامل رشد شبه انسولین ۱ سرمی در روز اول قاعده‌گی ندارد. محدودیت تحقیق حاضر، عدم مقایسه عامل رشد شبه انسولین ۱ سرمی در ۲ فاز فولیکولار و لوتنال است. با توجه به اینکه در مرحله حاضر به دلیل مقایسه هایپرتروفی و قدرت عضلانی در مراحل مختلف سیکل ماهیانه به صورت 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 لوتنال را با تغییرات این هورمون در فازهای فولیکولار و لوتنال توجیه کرد. در این مورد تحقیقات نشان داده‌اند سطح این هورمون هم

یک هورمون کاتابولیک در مرحله لوთال می‌باشد [۱۹، ۳۲]. استرادیول قبل از تخمک‌گذاری به اوج خود می‌رسد و در مرحله لوთال 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 لوთال به اوج می‌رسد و ظاهراً تأثیر آنابولیک یا آنتی کاتابولیک استرادیول را هم در مرحله لوთال خنثی می‌کند [۳، ۱۹] که می‌تواند توجیه‌کننده تفاوت بر هایپرتروفی ناشی از تمرینات مقاومتی در دو فاز فولیکولار و لوთال باشد.

نتیجه‌گیری

بهطور کلی، نتایج این تحقیق نشان داد تمرین فولیکولار باعث رشد عضلانی و افزایش قدرت بیشتری نسبت به تمرین لوთال در زنان جوان با سابقه تمرینی می‌شود. همیشه قاعده‌گی بانوان بهصورت منظم و حدود ۲۸ روز نیست که بتوان به این راحتی برنامه‌ریزی کرد و افزایش قدرت در برخی بانوان در ۲ فاز قاعده‌گی چنان محسوس نیست که تأثیری بر تمرین داشته باشد، اما وجود محیط آنابولیک‌تر در نیمه اول چرخه قاعده‌گی به وضوح در تحقیقات گذشته و این تحقیق نشان داده شده است. پیشنهاد می‌شود زنان یومنوره که قاعده‌گی 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 قاعده‌گی 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 محترمانه باقی می‌ماند. تمام مراحل تحقیق حاضر توسط کمیته اخلاق دانشگاه خوارزمی تأیید شده است.

حامی مالی

این مقاله حامل مالی ندارد.

مشارکت‌نویسندهان

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

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندهان 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
- [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\]](https://doi.org/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\]](https://doi.org/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. [\[DOI:10.1016/j.csm.2005.01.003\]](https://doi.org/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. [\[DOI:10.2165/00007256-200333110-00004\]](https://doi.org/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\]](https://doi.org/10.1016/S0278-5919(20)30339-2)
- [7] Blagrove RC, Bruinvels G, Pedlar CR. Variations in strength-related measures during the menstrual cycle in eumenorrheic women: A systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport.* 2020; 23(12):1220-7. [\[DOI:10.1016/j.jams.2020.04.022\]](https://doi.org/10.1016/j.jams.2020.04.022) [PMID]
- [8] Reis E, Frick U, Schmidbleicher D. Frequency variations of strength training sessions triggered by the phases of the menstrual cycle. *Int J Sports Med.* 1995; 16(8):545-50. [\[DOI:10.1055/s-2007-973052\]](https://doi.org/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. [\[DOI:10.1186/2193-1801-3-668\]](https://doi.org/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. [\[DOI:10.23736/S0022-4707.16.05848-5\]](https://doi.org/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. [\[DOI:10.1519/JSC.0000000000001250\]](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001250) [PMID]
- [12] Ahlborg B, Bergström J, Ekelund LG, Hultman E. Muscle glycogen and muscle electrolytes during prolonged physical exercise1. *Acta Physiol Scand.* 1967; 70(2):129-42. [\[DOI:10.1111/j.1748-1716.1967.tb03608.x\]](https://doi.org/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. [\[DOI:10.1210/er.2004-0021\]](https://doi.org/10.1210/er.2004-0021) [PMID]
- [14] Enns DL, Tidus PM. The influence of estrogen on skeletal muscle: Sex matters. *Sports Med.* 2010; 40(1):41-58. [\[DOI:10.2165/11319760-000000000-00000\]](https://doi.org/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. [\[DOI:10.1097/JES.0b013e3181d496bc\]](https://doi.org/10.1097/JES.0b013e3181d496bc) [PMID] [PMCID]
- [16] Pellegrini M, Bulzomi P, Galluzzo P, Lecis M, Leone S, Pallottini V, et al. Naringenin modulates skeletal muscle differentiation via estrogen receptor α and β signal pathway regulation. *Genes Nutr.* 2014; 9(5):425. [\[DOI:10.1007/s12263-014-0425-3\]](https://doi.org/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. [\[DOI:10.1152/japplphysiol.00590.2009\]](https://doi.org/10.1152/japplphysiol.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. [\[DOI:10.2165/11536920-000000000-00000\]](https://doi.org/10.2165/11536920-000000000-00000) [PMID]
- [19] Oosthuysse T, Bosch AN. The effect of the menstrual cycle on exercise metabolism: Implications for exercise performance in eumenorrheic women. *Sports Med.* 2010; 40(3):207-27. [\[DOI:10.2165/11317090-000000000-00000\]](https://doi.org/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. [\[DOI:10.3389/fphys.2020.621226\]](https://doi.org/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. [\[DOI:10.2165/00007256-200535040-00004\]](https://doi.org/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. [\[DOI:10.2165/00007256-200535110-00004\]](https://doi.org/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. [\[DOI:10.1210/jcem.83.5.4761\]](https://doi.org/10.1210/jcem.83.5.4761) [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. [\[DOI:10.1210/jcem.83.5.4761\]](https://doi.org/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 ageing. *Altern Med Rev.* 2006; 11(4):278-93. [\[DOI:10.1210/jcem.83.5.4761\]](https://doi.org/10.1210/jcem.83.5.4761) [PMID]
- [26] Owen JA Jr. Physiology of the menstrual cycle. *Am J Clin Nutr.* 1975; 28(4):333-8. [\[DOI:10.1093/ajcn/28.4.333\]](https://doi.org/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

[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

[30] Haff GG, Triplett NT. Essenssial of strength training and con-ditioning. Champaign: Human Kinetics; 2016. 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. Tes-tosterone 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]