

## مقایسه تأثیر کوتاه مدت مصرف کافئین با ایبوپروفن بر حداکثر تکرار و شاخص‌های درک فشار و درد در فعالیت‌های قدرتی در مردان ورزشکار

وحید ساری صراف\*<sup>✉</sup>، رامین امیرساسان<sup>2</sup>، سعید نیکوخصلت<sup>1</sup>، حجت اله برقبانی<sup>3</sup>

1. استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تبریز،

2. دانشیار فیزیولوژی ورزشی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تبریز

3. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی گروه فیزیولوژی ورزشی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تبریز

تاریخ پذیرش مقاله 92/06/04

تاریخ دریافت مقاله 91/10/03

### The acute effect of caffeine and ibuprofen on RPE, RM, PPI at resistance exercise in male athletes

#### Abstract

**Purpose:** This study compared independent effects of caffeine and Ibuprofen on perceived exertion (RPE), perceived pain index (PPI), maximum repetitions (RM) and heart rate (HR) during resistance training bouts. **Method:** Fifteen male students (Age:  $26 \pm 2$  yr.) participated in a double-blind study with three independent, counterbalanced sessions where in Ibuprofen (400 mg), caffeine ( $6 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), or matched placebo were ingested 1 hour before exercise, and RPE, PPI, RM and HR (per set) were recorded in individuals, predetermined, 12-repetition maximum for leg extensions (LE), leg flexion (LF), bench press (BP) and arm flexion (AF). Analyses of variance (ANOVA) with repeated measures were used for between-trial comparisons. **Results:** Caffeine resulted in significantly greater ( $p < 0.05$ ) HR (LE and BP) and RM (LE, LF, BP, AF) and resulted in significantly lower ( $p < 0.05$ ) RPE (LF, BP, AF) and PPI (LF, BP, AF) compared with Ibuprofen and placebo. Ibuprofen resulted just in significantly higher PPI in LE ( $p < 0.05$ ). **Conclusion:** this study demonstrates that caffeine significantly enhanced resistance training performance, whereas Ibuprofen did not. Athletes may improve their resistance training performance by acute ingestion of caffeine.

**Key words:** Caffeine, Ibuprofen, Ring of perceived exertion, perceived pain index and maximum repetitions.

#### چکیده

**هدف:** در پژوهش حاضر تأثیر مصرف کوتاه مدت کافئین و ایبوپروفن بر شاخص‌های درک درد (PPI)، درک فشار (RPE)، حداکثر تعداد تکرار (RM) و ضربان قلب (HR) در تمرینات قدرتی مقایسه شد. **روش شناسی:** برای این منظور، در یک تحقیق دوسویه کور، 15 مرد دانشجویی (سن:  $26 \pm 2$  سال) شرکت کردند. هر جلسه تمرینی شامل چهار حرکت خم کردن آرنج، پرس سینه، خم کردن زانو و بازکردن زانو بود. آزمودنی‌ها در سه جلسه تمرینی مجزا یک ساعت پس از مصرف کافئین (6 میلی‌گرم بر کیلوگرم)، ایبوپروفن (400 میلی‌گرم) و یا دارونما به انجام تمرین پرداختند و در این تمرین آزمودنی‌ها از هر حرکت سه دوره با شدت 12 تکرار بیشینه انجام دادند و در پایان هر دور تمرینی و نیز پس از پایان هر حرکت تمرینی، میزان RPE، PPI با استفاده از مقیاس‌های مربوطه و RM و HR اثبات شد. داده‌های جمع‌آوری شده با روش آماری تحلیل واریانس (ANOVA) با اندازه‌گیری‌های مکرر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. **نتایج:** نتایج نشان داد که مصرف کافئین در مقایسه با دارونما و ایبوپروفن باعث افزایش معنی‌دار در HR (باز کردن زانو و پرس سینه)، RM (در تمام حرکات) شد و از طرفی کاهش معنی‌دار RPE (خم کردن آرنج، پرس سینه، خم کردن زانو) و PPI (خم کردن آرنج، پرس سینه، خم کردن زانو) را سبب شد ( $P < 0/05$ ). ایبوپروفن نیز تنها

باعث افزایش میزان PPI در حرکت بازکردن زانو شد ( $P < 0/05$ ) و در دیگر حرکات تأثیر معنی‌داری نداشت ( $P < 0/05$ ). **بحث و نتیجه گیری:** در نتیجه، مصرف کوتاه مدت کافئین عملکرد تمرینی را به طور معنی‌داری بهبود می‌بخشد، اما ایبوپروفن چنین اثری ندارد.

**واژه های کلیدی:** کافئین، ایبوپروفن، درک فشار، درک درد، تعداد تکرار

#### مقدمه

هادسون و همکارانش<sup>3</sup> (2008) تأثیر مثبت کافئین بر درک فشار و تعداد تکرار، در فعالیت‌های قدرتی را نشان داد (28). مکانیسم پیشنهادی دیگر، مخالفت کافئین با گیرنده‌های آدنوزین است. اتصال آدنوزین به گیرنده ویژه در مغز، معمولاً از آزاد شدن ناقل‌های عصبی جلوگیری کرده و با کاهش میزان انگیختگی عصبی، می‌تواند به کاهش فعالیت عضله و تولید نیرو بینجامد. لذا اتصال کافئین به گیرنده‌های آدنوزین در سیستم عصبی مرکزی ممکن است میزان انگیختگی و یا فراخوانی بیشتر واحدهای حرکتی و تولید نیرو را افزایش داده (32) و در فعالیت‌های قدرتی و تمرین با وزنه می‌تواند باعث افزایش عملکرد شود. فرضیه دیگر این است که کافئین با افزایش نفوذپذیری شبکه سارکوپلاسمی به کلسیم، منجر به افزایش غلظت کلسیم در این شبکه شده و باعث افزایش تولید نیرو به خصوص طی انقباض عضلانی در تمرینات قدرتی می‌شود (7). بک و همکارانش<sup>4</sup> (1998) دریافتند که مصرف 6 میلی گرم/کیلوگرم کافئین باعث افزایش متوسطی در کیفیت تمرینات مقاومتی شد، اما نتایج آنها در گروه‌های عضلانی مختلف متفاوت بود (12). در مطالعه‌ای توسط جاکوبسن و همکارانش<sup>5</sup> (1992) مصرف 7 میلی گرم/کیلوگرم کافئین به میزان قابل توجهی قدرت عضلانی را افزایش داد (31). اما در مطالعه باند و همکارانش<sup>6</sup> (1986)، مصرف 5 میلی گرم/کیلوگرم کافئین بر یک تمرین ایزوکینتیک تأثیر مثبتی نداشت (14). بکو همکارانش<sup>7</sup> (2006)، تأثیر مثبت مصرف 2/4 میلی گرم/کیلوگرم کافئین بر 1RM در حرکت پرس سینه را نشان دادند؛ در حالی که بر 1RM پرس پا تأثیری نداشت (13). در مقابل جاکوبسن و همکارانش<sup>8</sup> (2003) هیچگونه تأثیر مثبتی را پس از مصرف 4 میلی گرم/کیلوگرم کافئین بر استقامت عضلانی مشاهده نکردند (29). پیش از این، جاکوبسن و همکارانش (1991)

در طی چند دهه گذشته، تمرینات قدرتی با وزنه، جهان ورزش را متحول کرده و رکوردهای ثبت شده در رشته‌های مختلف ورزشی گواه بارز این ادعا است، زیرا ورزشکاران امروزی بسیار قوی‌تر و سریعتر از ورزشکارانی هستند که در زمان‌های نه چندان دور، فاقد هر گونه برنامه منظم قدرتی با وزنه بودند (1، 2، 4). استفاده از مواد نیروزا با مکمل‌های غذایی، موضوع تازه‌ای نیست و بیش از 400 تا 500 سال پیش از میلاد، موادی در قالب رژیم غذایی برای افزایش عملکرد استفاده می‌شد. امروزه ورزشکاران بسیاری به دنبال یافتن نوشابه یا قرص‌های خارق‌العاده‌ای هستند که عملکرد ورزشی آنها را گسترش دهد. بطوری که در نزد بسیاری از ورزشکاران، تغذیه ورزشی مترادف با مکمل‌های غذایی شده است. چنین باورهایی در باره مکمل‌های غذایی تا حد زیادی تحت تأثیر سازندگان و فروشندگان این مکمل‌ها است که ادعا می‌کنند فرآورده‌هایشان، عملکرد را بهبود می‌بخشد (5). از میان مکمل‌های غذایی یا کمک‌های نیروزا، می‌توان به کافئین اشاره کرد (8). این ماده در غذاها و نوشیدنی‌های فراوانی مانند قهوه، چای و شکلات یافت می‌شود (5). کافئین که از لحاظ شیمیایی به عنوان 1 و 3 و 7 تری‌متیل‌اگزانتین<sup>1</sup> شناخته می‌شود، به صورت طبیعی از مواد غذایی روزمره مانند برگ چای، کاکائو، دانه قهوه و شکلات مشتق می‌شود (22). تأثیرات نیروزایی کافئین در ورزش‌های استقامتی به اثبات رسیده و به صورت سنتی، افزایش متابولیسم چربی و در نتیجه صرفه‌جویی در مصرف گلیکوژن مکانیسم اصلی این عمل معرفی شده است (28)، در مقابل این عقیده به وجود آمده است که کافئین در تمرینات بی‌هوازی و قدرتی تأثیری ندارد. در حالی که، در تحقیقی که توسط استورینو و همکارانش<sup>2</sup> در سال 2008 انجام شد، تأثیر مثبت کافئین بر عملکرد قدرتی آزمودنی‌ها نشان داده شد (9). همچنین

<sup>3</sup> Hudson et al.

<sup>4</sup> Beck et al.

<sup>5</sup> Jacobson et al.

<sup>6</sup> Bond et al.

<sup>7</sup> Beck et al.

<sup>8</sup> Jacobs et al.

<sup>1</sup> 1,3,7-trimethylxanthine

<sup>2</sup> Astorino

نشان داده بودند که مصرف 7 میلی گرم/کیلوگرم کافئین یک ساعت قبل از تمرین، قدرت عضلانی بازیکنان فوتبال را افزایش می‌دهد (30). با این حال، مصرف کافئین در قدرت ایزوکینتیک توسط باند و همکارانش (1986)، اوج گشتاور توسط جاکوبسن و ادواردز<sup>1</sup> (1991) [30] و یا اوج توان توسط گریر و همکاران (1998) تأثیر مثبتی نداشت (25). مصرف کافئین احساس درد ناشی از تمرین را نیز کاهش می‌دهد (34). کافئین از طریق افزایش جریان کلسیم باعث افزایش کنش اکتین و میوزین شده و موجب افزایش کاتکولامین‌ها و کاهش درک درد می‌شود؛ در نتیجه می‌تواند باعث افزایش مدت تمرین و تعداد تکرار در تمرینات قدرتی و بی‌هوازی شود. لذا از لحاظ پزشکی، برای افزایش خاصیت تسکین‌دهی کافئین می‌توان آن را با دیگر مسکن‌ها همراه کرد (28). لازم به ذکر است که از اول ژانویه 2004، کافئین از فهرست مواد غیر مجاز کمیته بین‌المللی المپیک خارج شد.

از داروهای مسکن معمولاً برای کاهش یا جلوگیری از درد پس از انجام یک تمرین غیرعادی استفاده می‌شود. از جمله این داروها می‌توان به ایبوپروفن اشاره کرد که از داروهای ضد التهابی غیر استروئیدی می‌باشد. این دارو یکی از مسکن‌هایی است که در بسیاری کشورها بدون نسخه قابل تهیه بوده و برای تسکین درد عضلانی نیز به کار می‌رود (24). ایبوپروفن یکی از داروهای ضدالتهابی غیراستروئیدی (NSAID)<sup>2</sup> که برای تسکین درد عضلانی و بهبود آسیب‌های عضلانی استفاده می‌شود این دارو از تولید پروستاگلاندین‌ها جلوگیری می‌کند. احساس درد یک عامل محدود کننده روانی در تکرار حرکات بوده و کاهش احساس درد و فشار، باعث افزایش تکرار تا مرز خستگی می‌شود (15 و 16). طبق تئوری حاکم مرکزی<sup>3</sup> نواکس و همکارانش (2004)<sup>4</sup> حین فعالیت، سیگنال‌هایی از اعصاب محیطی به مغز ارسال می‌شود که عملکرد را محدود می‌کند و تا توقف فعالیت ادامه می‌یابد (35 و 19). بر طبق این تئوری، اگر کافئین و ایبوپروفن، درک درد (PPI)<sup>5</sup> و درک فشار

را کاهش دهند، فعالیت طولانی تر و در نتیجه تکرار افزایش می‌یابد. در حالی که کرنتز و همکارانش<sup>7</sup> (2008) نشان دادند که مصرف ایبوپروفن پس از انجام تمرین مقاومتی، تأثیری بر میزان قدرت، هیپرتروفی و درک درد عضلانی ندارد (33). ولی در مطالعه توکماکیدز و همکارانش<sup>8</sup> (2003) مصرف ایبوپروفن درد تأخیری عضلانی را پس از تمرین اکسنتریک کاهش داد، اما نتوانست به عملکرد عضلانی کمک کند (40). در مطالعه‌ای توسط کارول و همکارانش<sup>9</sup> (2008) پیشنهاد شد که مصرف ایبوپروفن منجر به افزایش هیپرتروفی و قدرت عضلانی طی تمرینات قدرتی نیز می‌شود (18). در یکی از این تحقیقات، گروهی که ایبوپروفن مصرف کرده بودند، 24 و 48 ساعت پس از تمرین قدرتی، درد کمتری را احساس کردند (23). در تحقیقی هاسون و همکارانش<sup>10</sup> (1993) 4 روز پس از تمرینات قدرتی برای گروهی که ایبوپروفن دریافت کرده بودند، کاهش قابل توجهی در میزان درک درد عضلانی، را گزارش دادند (27). از این رو، مقایسه تأثیر تسکین‌دهی کافئین با دیگر مسکن‌های درد می‌تواند جالب توجه باشد. ولی هنوز مطالعه‌ای در مورد مقایسه تأثیر کافئین و دیگر مواد مسکن مانند ایبوپروفن مشاهده نشد. مقیاس درک فشار پارامتری است که به صورت گسترده برای اندازه‌گیری شدت تمرینات هوازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مقیاس ارتباط خوبی با پارامترهای فیزیولوژیک اندازه‌گیری شده مانند ضربان قلب و اکسیژن مصرفی دارد (3). استفاده از مقیاس درک فشار برای تعیین شدت و حجم تمرین در تمرینات قدرتی توسعه یافته (39) و در مطالعات مربوط به تمرینات قدرتی نیز نشان داده است که RPE با افزایش درصد یک تکرار بیشینه (1RM)<sup>11</sup> افزایش می‌یابد (38). یک تکرار بیشینه مقدار باری است که بتوان آن را فقط یک بار جابجا کرد که بسیاری از ورزشکاران قدرتی نیز برای تعیین شدت تمرینی خود از درصد یک تکرار بیشینه استفاده می‌کنند (10).

با توجه به اثرات ایبوپروفن مانند تأثیر ضد التهابی، تنظیم احساس درد و دیگر اثرات تسکین‌دهی آن و همچنین با

از داروهای مسکن معمولاً برای کاهش یا جلوگیری از درد پس از انجام یک تمرین غیرعادی استفاده می‌شود. از جمله این داروها می‌توان به ایبوپروفن اشاره کرد که از داروهای ضد التهابی غیر استروئیدی می‌باشد. این دارو یکی از مسکن‌هایی است که در بسیاری کشورها بدون نسخه قابل تهیه بوده و برای تسکین درد عضلانی نیز به کار می‌رود (24). ایبوپروفن یکی از داروهای ضدالتهابی غیراستروئیدی (NSAID)<sup>2</sup> که برای تسکین درد عضلانی و بهبود آسیب‌های عضلانی استفاده می‌شود این دارو از تولید پروستاگلاندین‌ها جلوگیری می‌کند. احساس درد یک عامل محدود کننده روانی در تکرار حرکات بوده و کاهش احساس درد و فشار، باعث افزایش تکرار تا مرز خستگی می‌شود (15 و 16). طبق تئوری حاکم مرکزی<sup>3</sup> نواکس و همکارانش (2004)<sup>4</sup> حین فعالیت، سیگنال‌هایی از اعصاب محیطی به مغز ارسال می‌شود که عملکرد را محدود می‌کند و تا توقف فعالیت ادامه می‌یابد (35 و 19). بر طبق این تئوری، اگر کافئین و ایبوپروفن، درک درد (PPI)<sup>5</sup> و درک فشار

<sup>6</sup> Rating of Perceived Exertion (RPE)

<sup>7</sup> Krentz et al.

<sup>8</sup> Tokmakidis et al.

<sup>9</sup> Carroll et al.

<sup>10</sup> Hasson et al.

<sup>11</sup> 1 Repeated Maximum (1RM)

<sup>1</sup> Edwards.

<sup>2</sup> Nonsteroidal anti-inflammatory drug

<sup>3</sup> Central governor theory

<sup>4</sup> Noakes et al.

<sup>5</sup> Perceived Pain Intensity (PPI)

هایپرتروفی توسط ACSM<sup>3</sup> و NSCA<sup>4</sup> توصیه شده است (11). همچنین در این جلسه، شرکت‌کنندگان با مقیاس 10 رتبه‌ای درک فشار و درک درد بورگ (16) آشنا شدند. در 3 جلسه‌ی بعدی هر شرکت‌کننده یک ساعت قبل از آزمون یکی از سه مکمل کافئین (6 میلی‌گرم در کیلوگرم)، ایبوپروفن (400 میلی‌گرم) یا دکستروز (دارونما) را همراه با 500 میلی‌لیتر آب به صورت دوسویه کور مصرف کردند. تمام این آزمون‌ها در ساعت 5 بعد از ظهر در سالن کار با وزنه انجام شد. برای انجام این آزمون‌ها، حرکات باز کردن زانو با دستگاه (چهارسرانی) و خم کردن زانو با دستگاه (همسترینگ) برای پایین تنه و حرکات پرس سینه و خم کردن آرنج (جلو بازو) در حالت نشسته بر روی میز شیب‌دار برای بالاتنه انتخاب شدند. اما در هر جلسه، ابتدا آزمودنی‌ها 12 تکرار با شدت 50 درصد بار تعیین شده برای آزمون را برای گرم کردن انجام داده و پس از 3 دقیقه استراحت از آنها خواسته شد که 12 تکرار بیشینه را انجام دهند. انجام حرکات این آزمون به این ترتیب بود: پرس سینه، جلو بازو، باز کردن زانو و خم کردن زانو. این کار در 3 دوره و با 3 دقیقه استراحت بین هر دوره و 5 دقیقه استراحت بین هر حرکت انجام گردید. ضربان قلب (HR)، PPI و RPE در 10 ثانیه بعد از کامل کردن هر دوره در هر حرکت و همچنین 5 دقیقه پس از اتمام هر حرکت ثبت شد. این روش برای هر چهار حرکت یکسان بود.

### تحلیل آماری

پس از به دست آوردن داده‌های حاصل از اندازه‌گیری تعداد تکرار، شاخص درک فشار، شاخص شدت درک درد و ضربان قلب، ابتدا خصوصیات آزمودنی‌ها و داده‌های تحقیق با استفاده از آمار توصیفی به صورت شکل، جدول و نمودار خلاصه و جمع‌بندی و سپس فرضیه‌های تحقیق با بهره‌گیری از آمار استنباطی و با استفاده از تحلیل واریانس (ANOVA) با اندازه‌گیری‌های مکرر و در صورت وجود اختلاف بین گروه‌ها، آزمون تعقیبی بونفرونی بررسی شدند. کلیه عملیات تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه 16 در سطح  $p < 0/05$  مورد بررسی قرار گرفت.

### نتایج

توجه به اثرات کافئین بر گیرنده‌های آدنوزین، شبکه سارکوپلاسمی و اثر کاهندگی درد، انتظار می‌رود که این دو ماده تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های RPE و شاخص درک درد داشته باشند. همچنین از آنجائی که مصرف‌کنندگان مکمل‌ها اغلب ورزشکاران هستند؛ ضروری به نظر می‌رسد که تحقیقات بیشتری بر روی ورزشکاران انجام شود. لذا هدف این مطالعه بررسی تأثیر مصرف کافئین و ایبوپروفن بر درک درد، درک فشار و حداکثر تکرار در طول تمرینات قدرتی در مردان ورزشکار است.

### روش پژوهش

#### نمونه‌های پژوهش

سی پسر دانشجوی بدنساز 23 تا 29 ساله حائز شرایط تحقیق به صورت غیر تصادفی انتخاب شده و به آنها فرم رضایت نامه داده شد تا به صورت داوطلبانه با آزمونگر همکاری کنند. ابتدا موضوع طرح معرفی شده، اهداف و شیوه انجام طرح بیان گردید. برای همگن‌سازی آزمودنی‌ها (با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک<sup>1</sup>) سن، وزن، قد، نداشتن سابقه بیماری‌های پرخطر و خاص، عدم مصرف مکمل و دارو و عدم آسیب دیدگی آزمودنی‌ها ثبت شده و درصد چربی بدن آنها نیز با استفاده از روش 3 نقطه‌ای پولاک-جکسون<sup>2</sup> اندازه‌گیری گردید (37). یک تکرار بیشینه (IRM) آنها نیز با استفاده از روش پیشنهادی AAHPERD ارزیابی شد (4) که در نهایت، از میان این افراد 15 نفر برای انجام آزمون انتخاب شدند.

#### پروتکل پژوهش

از آزمودنی‌ها خواسته شد که از مصرف کافئین، الکل و داروهای مسکن و انجام تمرین شدید به مدت 24 ساعت تا قبل از آزمون اجتناب کرده و در روزهای آزمون، رژیم غذایی یکسانی را دنبال کنند که برای کنترل این مورد از فرم یادآمد خوراکی استفاده شد. پروتکل مربوطه در 4 جلسه و با فاصله 4 روز بین هر جلسه انجام گردید: در جلسه اول برای هر حرکت 12-RM تعیین گردید؛ این تعداد تکرار در نقطه بالای دامنه‌ی تعداد تکراری (12-8) است که برای

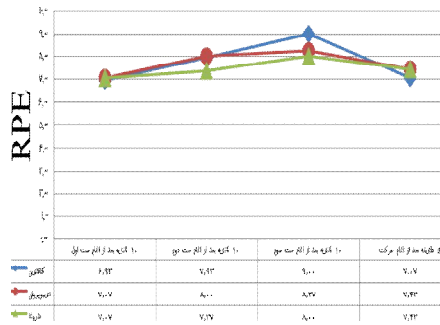
<sup>3</sup> American College of Sports Medicine (ACSM)

<sup>4</sup> National Sporting Clay Association (NSCA)

<sup>1</sup> Shapiro-Wilk test

<sup>2</sup> Pollock-Jackson

	درون گروهی	177	138/712
	جمع	179	141/182



شکل 1. تغییرات RPE در حرکت بازکردن زانو متعاقب مصرف کافتین و ایبوپروفن

### شاخص PPI

میزان PPI در حرکات بازکردن ( $P=0.001$ ) و خم کردن زانو ( $P=0.013$ )، پرس سینه ( $P=0.009$ ) و خم کردن آرنج ( $P=0.001$ ) متعاقب مصرف کافتین، ایبوپروفن و دارونما نشا نگر وجود اختلاف معنی دار بین چهار مرحله نمونه گیری می باشد ( $P<0.05$ ). این اختلاف معنی دار در هر دو حرکت بین کافتین با ایبوپروفن و همچنین ایبوپروفن با دارونما و کافتین متجلی شد (جدول 3 و شکل 2).

### جدول 3. اختلاف بین گروهی و درون گروهی PPI در

حرکت بازکردن زانو متعاقب مصرف کافتین و ایبوپروفن

Sig	F	میانگین مجذورات	درجه آزادی df	مجموع مجذورات	
0/001	8/914	12/572	2	25/144	میان گروهی
		1/410	177	249/633	درون گروهی
			179	274/778	جمع

جدول 4. مقایسه تأثیر کافتین و ایبوپروفن بر میزان PPI در حرکت بازکردن زانو متعاقب مصرف کافتین و ایبوپروفن

ویژگی های فردی آزمودنی ها در جدول 1 آورده شده است.

### جدول 1 ویژگی های فردی آزمودنی ها (تعداد 15 نفر)

میانگین $\pm$ انحراف معیار	شاخص های اندازه گیری شده
25/87 $\pm$ 1/96	سن (سال)
178/87 $\pm$ 3/44	قد (سانتی متر)
83 /00 $\pm$ 5/98	وزن (کیلوگرم)
16/80 $\pm$ 2/34	درصد چربی
8/07 $\pm$ 2/12	سابقه ی ورزشی (سال)
68/67 $\pm$ 4/92	ضربان قلب استراحت (ضربان / دقیقه)
26/67 $\pm$ 4/89	رکورد جلو بازو (کیلوگرم)
81/33 $\pm$ 9/54	رکورد پرس سینه (کیلوگرم)
51/33 $\pm$ 9/35	رکورد جلو پا (کیلوگرم)
46/67 $\pm$ 9/76	رکورد پشت پا (کیلوگرم)

متغیرهای مستقل در حرکات باز کردن و خم کردن زانو، پرس سینه و خم کردن آرنج

### شاخص درک میزان فشار (RPE)

یافته ها حاکی از آن است که اختلاف معنی داری بین میزان RPE در حرکت باز کردن زانو متعاقب مصرف کافتین، ایبوپروفن و دارونما در چهار مرحله ی نمونه گیری وجود نداشت ( $P>0.05$ ). در حالی که میزان RPE در حرکات خم کردن زانو ( $P=0.008$ )، پرس سینه ( $P=0.001$ ) و خم کردن آرنج ( $P=0.001$ ) متعاقب مصرف کافتین، ایبوپروفن و دارونما نشا نگر وجود اختلاف معنی دار بین چهار مرحله نمونه گیری می باشد ( $P<0.05$ ). که این اختلاف معنی دار، بین کافتین با ایبوپروفن و همچنین ایبوپروفن با دارونما و کافتین حاصل گردید (جدول 2 و شکل 1).

### جدول 2. اختلاف بین گروهی و درون گروهی میزان RPE

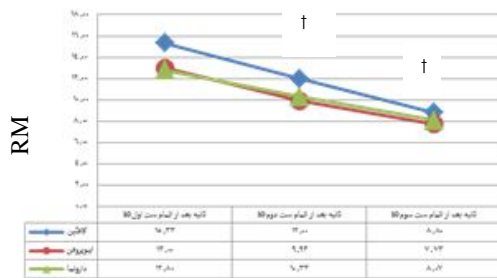
در حرکت بازکردن زانو متعاقب مصرف کافتین و ایبوپروفن

Sig	F	میانگین مجذورات	درجه آزادی df	مجموع مجذورات	
0/210	1/576	1/235	2	2/469	میان گروهی

میان گروهی	105/384	2	52/674
درون گروهی	1344/4	132	10/185
جمع	1449/748	134	

جدول 6. مقایسه تأثیر کافئین و ایبوپروفن میزان RM در حرکت باز کردن زانو متعاقب مصرف کافئین و ایبوپروفن

عامل (i)	عامل (j)	تفاوت میانگین‌ها	P
کافئین	ایبوپروفن	1/467	0/093
	دارونما	2/111 *	0/006
ایبوپروفن	کافئین	-1/467	0/093
	دارونما	0/644	1/000
دارونما	کافئین	-2/111 *	0/006
	ایبوپروفن	0/644	1/000



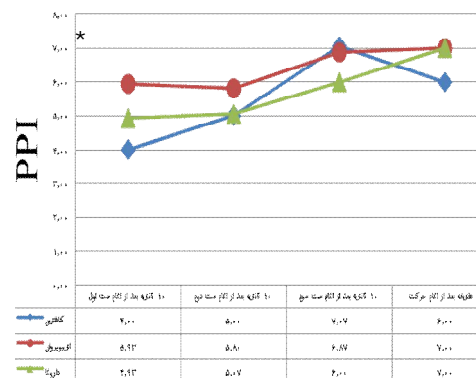
شکل 3. تغییرات میزان RM در حرکت باز کردن زانو متعاقب مصرف کافئین و ایبوپروفن

† اختلاف معنی دار بین کافئین با ایبوپروفن ( $P=0.015$ ) و دارونما ( $P=0.005$ ).

### شاخص ضربان قلب

یافته‌ها حاکی از آن است که اختلاف معنی‌داری بین تعداد ضربان قلب در حرکت باز کردن زانو ( $P=0.003$ ) و پرس سینه ( $P=0.025$ ) متعاقب مصرف کافئین، ایبوپروفن و دارونما در چهار مرحله نمونه‌گیری وجود دارد. مقایسه زوجی نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین کافئین با ایبوپروفن و همچنین ایبوپروفن با دارونما و کافئین وجود دارد. حال آنکه بین تعداد ضربان قلب در حرکت خم کردن زانو متعاقب مصرف کافئین، ایبوپروفن و دارونما در چهار مرحله نمونه‌گیری اختلافات نزدیک به معنی‌داری بود

عامل (i)	عامل (j)	تفاوت میانگین‌ها	P
کافئین	ایبوپروفن	-0/8833 *	0/001
	دارونما	-0/2333	0/850
ایبوپروفن	کافئین	0/8833 *	0/001
	دارونما	0/6500 *	0/009
دارونما	کافئین	0/2333	0/850
	ایبوپروفن	-0/6500 *	0/009



شکل 2. تغییرات PPI در حرکت باز کردن زانو متعاقب مصرف کافئین و ایبوپروفن

• اختلاف معنی دار بین مصرف کافئین و ایبوپروفن ( $P<0.001$ ).

### شاخص RM

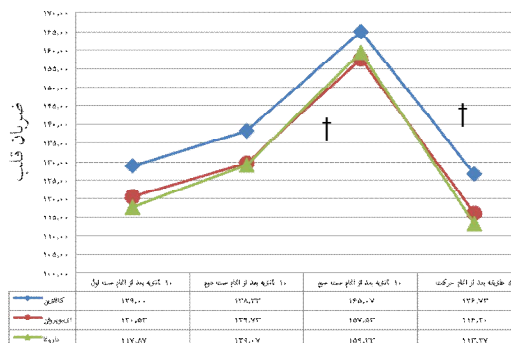
اختلاف معنی‌داری بین میزان RM در حرکات خم کردن ( $P=0.002$ ) و باز کردن زانو ( $P=0.007$ ) و همچنین پرس سینه ( $P=0.001$ ) و خم کردن آرنج ( $P=0.002$ ) متعاقب مصرف کافئین، ایبوپروفن و دارونما در چهار مرحله نمونه‌گیری وجود داشت ( $P<0.05$ ). پیگیری مقایسات نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین کافئین با ایبوپروفن و همچنین ایبوپروفن با دارونما و کافئین وجود دارد (جدول 5 و شکل 3).

جدول 5. اختلاف بین گروهی و درون گروهی میزان RM در حرکت باز کردن زانو متعاقب مصرف کافئین و ایبوپروفن

مجموع مجذورات	درجه آزادی Df	میانگین مجذورات	F	Sig
---------------	---------------	-----------------	---	-----

1/000	-1/117	ایبوپروفن	
-------	--------	-----------	--

• اختلاف معنی دار بین مصرف کافئین و ایبوپروفن  
( $P < 0.001$ ).



شکل 4. تغییرات میزان HR در حرکت باز کردن زانو متعاقب مصرف کافئین و ایبوپروفن

† اختلاف معنی دار بین کافئین با ایبوپروفن ( $P = 0.015$ ) و دارونما ( $P = 0.005$ ).

#### بحث و نتیجه گیری

#### تغییرات شاخص RPE

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که مصرف کافئین قبل از حرکات خم کردن زانو، پرس سینه و خم کردن آرنج؛ باعث کاهش میزان شاخص RPE شده، اما در حرکت باز کردن زانو تأثیر معنی داری نداشت. در حالی که مصرف ایبوپروفن تأثیری بر RPE در هیچ یک از حرکات مورد بررسی نداشت.

در مورد تأثیر ایبوپروفن بر شاخص های RPE و PPI در تمرینات قدرتی گزارشی تا زمان نگارش این مجموعه مشاهده نشد و بیشتر تحقیقات انجام شده در رابطه با مصرف ایبوپروفن و تأثیر آن بر کوفتگی تأخیری بود و تنها در تحقیقی از هادسون و همکارانش (2008) [28] تأثیر دیگر داروهای ضد التهاب غیر استروئیدی مانند آسپرین<sup>1</sup> بر این شاخص در تمرینات قدرتی بررسی شد که به دلیل تفاوت ساختار و اثرات، نمی توان آن را با ایبوپروفن مقایسه کرد. لذا بر اساس اطلاعات موجود، پژوهش حاضر اولین تحقیق در راستای بررسی تأثیر مصرف ایبوپروفن بر شاخص RPE در تمرینات قدرتی بوده و نتیجه گیری قطعی در این مورد، به تحقیقات بیشتر با افراد مختلف نیازمند است.

<sup>1</sup> Aspirin

( $P = 0.05$ ). همچنین، اختلاف معنی داری بین تعداد ضربان قلب در حرکت خم کردن آرنج متعاقب مصرف کافئین، ایبوپروفن و دارونما در چهار مرحله ی نمونه گیری مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ).

با توجه به یافته های تحقیق، تفاوت معنی داری بین اثر مصرف کافئین و ایبوپروفن بر RPE در تمام حرکات به جز باز کردن زانو وجود داشت که در این بین، تأثیر کافئین بیش از ایبوپروفن بود ( $P < 0/05$ ). یافته ها همچنین حاکی از تفاوت معنی دار اثر کافئین و ایبوپروفن بر شاخص PPI در تمام حرکات است که در این زمینه تأثیر کافئین باز بیشتر از ایبوپروفن بود ( $P < 0/05$ ). در شاخص RM در تمام حرکات اختلاف معنی دار وجود داشت، که بار دیگر اثر کافئین بیش از ایبوپروفن بود ( $P < 0/05$ ). در نهایت تفاوت اثر مصرف کافئین و ایبوپروفن بر ضربان قلب در حرکات باز کردن زانو و پرس سینه معنی دار بود؛ درحالی که در حرکات خم کردن زانو و خم کردن آرنج تفاوت معنی داری وجود نداشت ( $P < 0/05$ ).

جدول 7. اختلاف بین گروهی و درون گروهی میزان HR در حرکت باز کردن زانو متعاقب مصرف کافئین و ایبوپروفن

Sig	F	میانگین مجذورات	درجه آزادی df	مجموع مجذورات	
0/003	6/170	1764/039	2	3528/078	میان گروهی
		285/889	177	5060/367	درون گروهی
			179	5413/444	جمع

جدول 8. مقایسه تأثیر کافئین و ایبوپروفن میزان HR در حرکت باز کردن زانو متعاقب مصرف کافئین و ایبوپروفن

عامل (i)	عامل (j)	تفاوت میانگین ها	P
کافئین	ایبوپروفن	8/783 *	0/015
	دارونما	9/900 *	0/005
ایبوپروفن	کافئین	-8/783 *	0/015
	دارونما	1/117	1/000
دارونما	کافئین	-9/900 *	0/005

داروهای ضد بارداری ممکن است اثرات کافئین را تغییر دهد (28)، این مورد نیز می‌تواند از علل مغایرت این نتایج با نتایج تحقیق حاضر باشد. هادسون و همکارانش (2008) [28] در تحقیق خود از افراد سیگاری و چاق نیز استفاده کرده بودند که می‌تواند بر نتایج تحقیق مؤثر باشد. آستورینو و همکارانش (2007) [9] در تحقیق خود از آزمودنی‌هایی با دامنه وزنی 68 تا 125 کیلوگرم استفاده کرده‌اند که طبق گفته خود محقق، این دامنه وزنی می‌تواند بر نتیجه تحقیق تأثیر معنی‌دار داشته باشد.

### تغییرات شاخص PPI

در تحقیق حاضر مصرف کافئین قبل از حرکات خم کردن زانو، پرس سینه و خم کردن آرنج باعث کاهش میزان شاخص PPI شده، اما در حرکت بازکردن زانو تأثیر معنی‌داری نداشت ( $P < 0/05$ ). همچنین از نتایج چنین استنباط شد که مصرف ایبوپروفن تنها بر حرکت بازکردن پا تأثیر گذاشته و باعث افزایش میزان PPI در این حرکت شد و در دیگر حرکات تأثیر معنی‌داری نداشت ( $P < 0/05$ ).

هادسون و همکارانش (2008) [28] نیز این نتایج را تأیید می‌کنند. درد و خستگی مسائلی هستند که با عوامل مرکزی و محیطی در ارتباط بوده و همانطور که پیش از این نیز اشاره شد کافئین باعث کاهش درد و خستگی می‌شود (26). اگر نظریه حاکم مرکزی نواکس در مورد کافئین را بپذیریم که کافئین خاصیت ضد درد دارد و میزان احساس درد را تغییر می‌دهد، باید پذیرفت که این مسئله می‌تواند زمان رسیدن به انتهای فعالیت را افزایش داده و موجب ادامه فعالیت شخص برای مدت بیشتری خواهد شد. بر اساس این نظریه درد و خستگی می‌تواند تا حدودی مستقل از ظرفیت فیزیولوژیک عضله عمل کند. همچنین درد و خستگی ممکن است از ضعف یک یا چند مکانیسم محیطی مانند چرخه پل‌های عرضی یا چرخه تولید و مصرف ATP، همچنین برهم خوردن بیشتر تعادل اسیدی، غلظت فسفاژن‌ها و تعادل الکترولیتی همزمان با افزایش تکرار ناشی شود. از طرفی کافئین می‌تواند باعث افزایش تعامل اکتین - میوزین و تغییر شیب غلظتی پتاسیم شود. بنابراین در این تحقیق احتمال دارد که کافئین بصورت محیطی و یا ترکیبی از فعالیت‌های محیطی و مرکزی عمل کرده باشد (26). از طرفی غلظت آدنوزین عضلات طی تمرین با شدت متوسط یا بالا افزایش می‌یابد و به گیرنده‌های آدنوزین واقع در پایانه‌های عصبی متصل می‌شود که در نتیجه منجر به احساس درد می‌شود.

اما در تأیید کاهش میزان RPE طی تمرینات قدرتی پس از مصرف کافئین در این تحقیق، محققانی مانند دونکان و همکارانش<sup>1</sup> (2009) [21]، هادسون و همکارانش (2008) [28] و پلاسکت و همکارانش<sup>2</sup> (2001) [36] اعلام کرده‌اند که مصرف کافئین پیش از انجام تمرینات قدرتی، باعث کاهش RPE می‌شود. در مقابل گرین و همکارانش<sup>3</sup> (2007) [26]، آستورینو و همکارانش (2007) [9] و هادسون و همکارانش (2008) [28] عدم تغییر و یا کاهش اندک RPE را گزارش نمودند. پریچت و همکارانش<sup>4</sup> (2009) [38] گزارش داده‌اند که در تمرینات مقاومتی که تا حد واماندگی انجام می‌شود، RPE بیشتر با مجموع فعالیت انجام شده در ارتباط است؛ تا یک خستگی کوتاه مدت در یک ست. اما در مطالعه‌ای که توسط گرین و همکارانش (2007) انجام شده مشخص گردیده که با وجود کاهش تکرار، میزان RPE افزایش یافته است. این مطلب نشان می‌دهد که RPE به عواملی بیش از مجموع کل فعالیت انجام شده؛ ارتباط دارد. کافئین همچنین ممکن است بر گروه‌های عضلانی بزرگ‌تر تأثیر بیشتری داشته باشد. (26).

از طرفی به نظر می‌رسد مجموعه‌ی عواملی که در اثر فعالیت دچار تغییر شده بودند، با خاتمه فعالیت و شروع دوره بازگشت به حالت اولیه، در جهت حفظ هموستاز بدن تغییر می‌کنند. عواملی نظیر سطوح کاتکولامین‌ها، افزایش PH خون، بازگشت مجدد خون از عضلات، رفع اسید لاکتیک و دوباره‌سازی منابع ATP، همگی در مسیری است که به روند کاهش احساس میزان RPE در پایان تمرین می‌انجامد که این مسئله با اندازه‌گیری RPE در 5 دقیقه پس از اتمام هر حرکت تمرینی در تحقیق حاضر نیز نشان داده شده است. می‌توان گفت که نوع، جنس و سن آزمودنی‌ها، میزان آمادگی و تعداد آن‌ها، استفاده از شدت تمرینی متفاوت از علل احتمالی مغایرت نتایج تحقیقات دیگر با تحقیق حاضر می‌تواند باشد. بطوری که گرین و همکارانش (2007) [26] از تمریناتی با شدت 10RM استفاده کردند؛ در صورتی که در شیوه تمرینی تحقیق حاضر، از تمریناتی با شدت 12RM استفاده شده است. همچنین این محققین از آزمودنی‌های زن نیز در تحقیق خود استفاده کردند (13 مرد و 4 زن) که با توجه به این نکته که چرخه قاعدگی و نیز استفاده از

<sup>1</sup> Duncan et al.

<sup>2</sup> Plaskett et al.

<sup>3</sup> Green et al.

<sup>4</sup> Pritchett et al.



مدت کافئین پیش از تمرین قدرتی افزایش میزان RM را در پی دارد.

کافئین یک محرک سیستم عصبی مرکزی است و همچنین به عنوان یک عامل افزایش دهنده خاصیت انقباضی عضلات اسکلتی شناخته شده است. با وجود شواهدی که نشان می‌دهد کافئین می‌تواند بر عملکرد عصبی عضلانی تأثیرگذار باشد، مطالعات کمی این مسئله را مورد بررسی قرار داده‌اند (36). ساز و کار و مکانیسم اثر دقیق کافئین در این مورد هنوز به صورت روشن بیان نشده است.

مکانیسم پیشنهادی دیگر تسهیل عمل پمپ سدیم - پتاسیم است. طی انقباض عضلانی،  $K^+$  به سمت مایع خارج سلولی جریان پیدا می‌کند. بنابراین با جلوگیری از افزایش پتاسیم پلاسما، می‌توان محیط مناسب‌تری را برای انقباض عضلانی فراهم کرد که می‌تواند تأخیر در خستگی و در نتیجه افزایش میزان تکرار را موجب شود. مشتقات کافئین مانند پاراگزانتین انتقال  $K^+$  عضلانی را تسهیل می‌کند. همچنین کافئین،  $K^+$  پلاسما را طی فعالیت‌های هوازی نیز افزایش می‌دهد که البته افزایش  $K^+$  پلاسما طی تمرینات، با شدت تمرین در ارتباط است و در نتیجه کافئین با افزایش  $K^+$  پلاسما می‌تواند تأثیر مثبتی بر تمرین داشته باشد (20).

مکانیسم دیگر کافئین در این زمینه، تأثیر آن بر کلسیم و آنزیم فسفودی‌استراز است. کافئین با مهار آنزیم فسفودی‌استراز منجر به افزایش cAMP می‌شود. افزایش cAMP به تجزیه بیشتر چربی، افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب آزاد و در نتیجه ذخیره گلیکوژن می‌انجامد. همچنین کافئین انتقال کلسیم از شبکه سارکوپلاسمیک را افزایش می‌دهد که به تسهیل فرایند انقباضی می‌انجامد که می‌تواند بصورت بالقوه افزایش تعداد تکرار را در پی داشته باشد (20).

به دلیل مدت کوتاه تمرین در مطالعه حاضر اسیدهای چرب نمی‌توانند به عنوان منبع اصلی انرژی مورد استفاده قرار بگیرند و در نتیجه حفظ منابع گلیکوژن نمی‌تواند مکانیسمی برای افزایش تعداد تکرار باشد. همانطور که پیش از این نیز اشاره شد، مکانیسم اصلی که می‌تواند فواید نیروزایی برای کافئین داشته باشند و باعث افزایش تکرار در تمرین شده باشد افزایش سطح کاتکولامین‌ها و کاهش درک درد می‌باشد (28). از آنجایی که سطح کاتکولامین‌ها در تحقیق حاضر اندازه‌گیری نشده است، نمی‌توان با اطمینان گفت که

کافئین با مهار این گیرنده‌ها می‌تواند از ایجاد درد جلوگیری نماید (28). به هر صورت تحقیقات بیشتری نیاز است که مشخص شود مکانیسم اثر دقیق کافئین در این زمینه به چه صورت است.

### تغییرات شاخص RM

در تحقیق حاضر همچنین مصرف کافئین قبل از تمام حرکات (بازکردن زانو، خم کردن زانو، پرس سینه و خم کردن آرنج) باعث افزایش میزان شاخص RM شده است، اما مصرف ایبوپروفن پیش از جلسه تمرینی چنین تأثیری نداشته و هیچگونه تغییر معنی‌داری در این شاخص ایجاد نکرده است.

در مورد تأثیر ایبوپروفن بر شاخص‌های RM و HR در تمرینات قدرتی تحقیقات بسیار کمی صورت گرفته است که البته بیشتر تحقیقات موجود نیز در رابطه با مصرف ایبوپروفن و تأثیر آن بر میزان احساس درد ناشی از کوفتگی تأخیری و همچنین هایپرتروفی در تمرینات قدرتی می‌باشد. اما در زمینه تأثیر ایبوپروفن بر شاخص RM محققین مختلفی مانند کرنتز و همکارانش (2008) [33] و توکماکیدیز و همکارانش (2003) [40] تأیید کرده‌اند که مصرف ایبوپروفن تأثیری بر میزان RM در تمرینات قدرتی ندارد. در طرف مقابل، کارول و همکارانش (2008) [18] در تحقیق خود نشان دادند که مصرف ایبوپروفن افزایش میزان RM را در پی دارد. اما از طرفی نتایج این تحقیقات به خاطر عوامل مختلفی مانند مدت مصرف دارو (بلند مدت) و گروه عضلانی درگیر نمی‌تواند با نتایج تحقیق حاضر به صورت کامل مقایسه شود. لذا بر اساس اطلاعات حاضر، نمی‌توان مقایسه دقیقی بین این نتایج انجام داد و بنابر این پژوهش حاضر، احتمالاً اولین تحقیق در راستای بررسی تأثیر مصرف کوتاه مدت ایبوپروفن بر شاخص RM می‌باشد و نتیجه‌گیری قطعی در این ارتباط، به تحقیقات بیشتر در این زمینه نیازمند است.

اما در مورد تأثیر کافئین بر شاخص RM، محققانی نظیر دونکان و همکارانش (2009) [21]، گرین و همکارانش (2007) [26]، هادسون و همکارانش (2008) [28] و گلداستین و همکارانش<sup>1</sup> (2009) [22] در تحقیقات خود همراستا با نتایج تحقیق حاضر نشان دادند که مصرف کوتاه

<sup>1</sup> Goldstein et al.

کند. آدنوزین ماده‌ای است که در مغز تولید شده و فعالیت سلول‌های عصبی را آهسته می‌کند و بیشتر در زمان استراحت مورد استفاده قرار می‌گیرد. از آنجائی که کافئین یک عامل محرک است با اتصال به گیرنده‌های آدنوزین و مهار آن فعالیت سلول‌های عصبی را افزایش داده و در نتیجه کاهش آدنوزین را در پی دارد. در پاسخ به این فرایند غده هیپوفیز ترشح هورمون اپی‌نفرین را از غده فوق کلیوی باعث می‌شود که در نتیجه این هورمون می‌تواند افزایش ضربان قلب را در پی داشته باشد. از طرفی کافئین می‌تواند به جای اپی‌نفرین به گیرنده‌های آن در قلب متصل شود. این گیرنده‌ها معمولاً توسط برخی آنزیم‌ها که تولید cAMP<sup>1</sup> را مهار می‌کند مورد استفاده قرار می‌گیرد. آدنوزین مونوفوسفات حلقوی ماده‌ای است که پروتئین کیناز<sup>2</sup> را فعال می‌کند. این ماده در چرخه تولید ATP (که برای انقباض و شل شدن عضلات نیاز است) نقش دارد. در نتیجه، افزایش میزان ATP به افزایش ضربان قلب منجر می‌شود (17). لذا با توجه به نتایج حاصل از تحقیق حاضر می‌توان نتیجه گرفت که مصرف کافئین افزایش ضربان قلب را در پی دارد. از طرفی دونکان و همکارانش (2009) [21] و نیز گرین و همکارانش (2007) [26] چنین نتیجه‌ای از تحقیق خود بدست نیاوردند.

درباره تناقضات بین یافته‌های مطالعات و نتیجه‌ی تحقیق حاضر باید اذعان داشت که عوامل مختلفی از جمله ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها (نوع، سن، ترکیب بدنی، وضعیت سلامت، میزان آمادگی)، ماهیت مکمل‌گیری (میزان مصرف، عادت یا مصرف قبلی)، نوع قراردادهای ورزشی (شدت) می‌تواند بر تغییرات این شاخص تأثیر بگذارند. به عنوان مثال دونکان و همکارانش (2009) [21] در تحقیق خود از 3 میلی‌گرم کافئین و نیز یک حرکت تمرینی (بازکردن پا) استفاده کرد، اما در تحقیق حاضر میزان کافئین استفاده شده 6 میلی‌گرم بر کیلوگرم بود و در برنامه تمرینی متفاوت از چهار حرکت تمرینی (بازکردن پا، خم کردن پا، پرس سینه و خم کردن آرنج) استفاده شد. همچنین گرین و همکارانش (2007) [26] در مطالعه تحقیقی خود از 13 مرد و 4 زن و شدت تمرینی 10RM

میزان این هورمون باعث ایجاد این نتایج شده است. همچنین افزایش تعداد تکرار می‌تواند در نتیجه کاهش احساس درد باشد که از طریق مهار گیرنده‌های آدنوزین ایجاد می‌شود (28).

از طرفی برخی از تحقیقات در تناقض با نتایج تحقیق حاضر هستند. گرین و همکارانش (2007) [26]، آستورینو و همکارانش (2007) [9]، بک و همکارانش (2008) [12]، ویلیامز و همکارانش (2008) [6] و والتر و همکارانش (2009) [41] عدم تغییر و در برخی موارد کاهش میزان RM را نشان دادند. در مورد علت تناقضات تحقیقات ذکر شده با نتایج تحقیق حاضر می‌توان به تفاوت در تعداد، جنس و میزان آمادگی آزمودنی‌ها، استفاده از روش‌ها، حرکات و شدت‌های متفاوت تمرینی و همچنین تفاوت در میزان مصرف، عادت یا مصرف قبلی مکمل اشاره کرد.

### تغییرات شاخص ضربان قلب

مصرف کافئین قبل از حرکات بازکردن زانو و پرس سینه در تحقیق حاضر باعث افزایش معنی‌دار تعداد ضربان قلب شده است؛ در حالیکه این افزایش در حرکات خم کردن زانو و خم کردن آرنج معنی‌دار نبود، اما بر اساس نتایج بدست آمده مصرف ایبوپروفن پیش از جلسه تمرینی هیچگونه تغییر معنی‌داری در این شاخص ایجاد نکرده است.

اما در مورد تأثیرگذاری کافئین بر تعداد ضربان قلب در تمرینات تحقیقاتی صورت گرفته است. در این زمینه گرین و همکارانش (2007) [26]، آستورینو و همکارانش (2007) [9] و هادسون و همکارانش (2008) [28] بیان داشته‌اند که مصرف کوتاه مدت کافئین پیش از تمرین افزایش ضربان قلب را در پی دارد. مصرف کافئین تأثیرات وسیعی بر عملکرد قلبی عروقی می‌گذارد. تغییرات فشار خون و افزایش ضربان قلب و تغییر در میزان جریان خون عروق مختلف خونی از جمله اثراتی است که مصرف کافئین می‌تواند بر سیستم قلبی عروقی داشته باشد. البته در زمینه تأثیرات کافئین بر عملکرد قلبی عروقی مطالعات بسیار کمی صورت گرفته است و اثرات دقیق آن به صورت کامل آشکار نیست، اما همین مطالعات تأثیرات نیروزایی کافئین بر قلب و عروق را تأیید کرده‌اند. البته در تحقیق حاضر با توجه به کم بودن زمان بین انقباضات بعید به نظر می‌رسد که برخی تغییرات مانند جریان خون بر یافته‌ها اثر منفی گذاشته باشند (36). همچنین کافئین می‌تواند با اتصال خود به گیرنده‌های آدنوزین آن را مهار

<sup>1</sup> cyclic adenosine monophosphate

<sup>2</sup> protein kinase

4. فلک استیون، کرامر ویلیام (1387). طراحی برنامه‌های تمرین مقاومتی. ترجمه: حبیبیان معصومه، موسوی سید جعفر. چاپ اول. انتشارات بامداد کتاب. صفحات 160، 161.
5. گائینی عباسعلی (1386). راهبردهای تغذیه‌ای در فعالیت‌های ورزشی و کنترل وزن. چاپ سوم. انتشارات بامداد کتاب. صفحات 305، 320، 321.
6. Andrew D Williams; Paul J Cribb; Matthew B Cooke; Alan Hayes. (2008). The effect of ephedra and caffeine on maximal strength and power in resistance-trained athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. P. 464.
7. Allen DG and Westerblad H. (1995). The effect of caffeine on intracellular calcium, force and the rate of relaxation of mouse skeletal muscle. *J physiol* 487:331-342.
8. Antonio J. (2004). Caffeine: The forgotten ergogenic aid. *Strength Cond J*. 26:50-51.
9. Astorino T A, Rohmann R L, and Firth K. (2008). Effect of caffeine ingestion on one-repetition maximum muscular strength. *Eur J Appl Physiol* 102:127-132.
10. Baechle T R. (1994). *Essentials of Strength Training and Conditioning, Human Kinetics (Europe), PO Box IW14, Leeds LS16 6TR, ISBN 0 87322 694 1 for the National Strength and Conditioning Association Illus.*
11. Bangsbo J, Jacobsen K, Nordberg N, Christensen NJ, Graham T. (1992). Acute and habitual caffeine ingestion and metabolic responses to steady-state exercise. *J Appl Physiol*, 72(4):1297-1303.
12. Beck T W, Housh T J, Malek M H, Mielke M, Hendrix R. (2008). The acute effects of a caffeine-containing supplement on bench press strength and time to running exhaustion. *Journal of Strength and Conditioning Research/National Strength & Conditioning Association*. 22(5):1654-8.
13. Beck T W; Terry J H; Richard J S; Glen O J. (2006). The acute effects of a caffeine-containing supplement on strength, muscular Endurance, and anaerobic capabilities. *Journal of Strength and Conditioning Research*; Aug ; 20, 3; pp. 506.
14. Bond V, Gresham K, McRae J, Tearney RJ. (1986). Caffeine ingestion and isokinetic strength. *Br J Sports Med* 20(3):135-137.

استفاده کرد که تمام این عوامل می‌توانند در مغایرت نتایج این تحقیقات با تحقیق حاضر مؤثر باشند.

در مجموع، نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن است که در بیشتر متغیرهای اندازه‌گیری شده، نتایج گروه کافئین، تفاوت معنی‌داری با دارونما و ایبوپروفن در مقادیر شاخص‌های تحقیق دارد که بیان‌گر تأثیر مصرف کافئین بر متغیرهای مورد نظر در مراحل تحقیق (دوره‌های اول، دوم، سوم و 5 دقیقه بعد از اتمام فعالیت) است. بنابراین، کافئین بر شاخص‌های RPE (به جز حرکت بازکردن زانو)، PPI (به جز حرکت بازکردن زانو)، RM و HR (به جز حرکات خم کردن آرنج و خم کردن زانو) تأثیر معنی‌دار داشته است. بطور کلی مصرف کافئین پیش از انجام تمرین مقاومتی باعث کاهش مقادیر RPE (به جز حرکت بازکردن زانو) و PPI (به جز حرکت بازکردن زانو) و افزایش مقادیر RM در تمام حرکات و HR (به جز حرکات خم کردن آرنج و خم کردن زانو) شد. از طرفی مصرف ایبوپروفن چنین تأثیراتی بر شاخص‌های مذکور نداشته و اثرات آن به جز متغیر PPI (فقط در حرکت باز کردن زانو) معنی‌دار نبوده است. بنابراین مصرف کوتاه مدت کافئین بر متغیرهای مورد نظر معنی‌دار و ایبوپروفن غیر معنی‌دار بود. بنابر این، مصرف کافئین، می‌تواند سبب کاهش مقادیر متغیرهای RPE و PPI و افزایش RM و HR متعاقب اجرای فعالیت مقاومتی شود. در واقع، کافئین بر تمام متغیرها و بویژه متغیر RM تأثیر داشته و باعث بهبود نتایج در برنامه تمرینی مقاومتی شده و به پیشرفت در تمرین مقاومتی منجر شده است. اما در طرف مقابل، ایبوپروفن هیچگونه تأثیری در روند پیشرفت انجام تمرین مقاومتی نداشته است و حتی در یک مورد (PPI در حرکت بازکردن زانو) تأثیر منفی داشته و در جهت عدم پیشرفت در تمرین مقاومتی عمل کرده است.

#### منابع

1. برگر ریچارد (1383). اصول علمی تمرین با وزنه. ترجمه: کامیار داهی. چاپ دوم. انتشارات انتشارات علم و حرکت. صفحه 3.
2. خیری عامر (1385). تمرین با وزنه برای همه. چاپ اول. انتشارات گویش. صفحات 117، 126.
3. ساری صراف، وحید (1372). بررسی ارتباط درک میزان فشار (RPE) ناشی از فعالیت فزاینده و تغییرات ضربان قلب. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت معلم تهران (چاپ نشده).

26. Green J Matt et al. (2007). Effects of caffeine on repetitions to failure and ratings of perceived exertion during resistance training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2; 250-259.
27. Hasson S M, Daniels J C, Divine J G, Neibuhr B R, Richmond S, Stein P G, Williams J G. (1993). Effect of ibuprofen use on muscle soreness, damage, and performance: A preliminary investigation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25, 9- 17.
28. Hudson G M, Green J M, Bishop P A, Richardson M T. (2008). Effects of caffeine and aspirin on light resistance training performance, perceived exertion, and pain perception. *J. Strength Cond.* pp. 1950-1957.
29. Jacobs I, Pasternak H, Bell DG. (2003). Effects of ephedrine, caffeine, and their combination on muscular endurance. *Med Sci Sports Exerc* 35(6):987-994.
30. Jacobson BH, Edwards SW. (1991). Influence of two levels of caffeine on maximal torque at selected angular velocities. *J Sports Med Phys Fitness* 31(2):147-153.
31. Jacobson BH, Weber MD, Claypool L, Hunt LE. (1992). Effect of caffeine on maximal strength and power in elite male athletes. *Br J Sports Med* 26 (4): 276 -280.
32. Kalmar JM and Cafarelli E. (1999). Effects of caffeine on neuromuscular function. *J Appl physiol* 87. 801-808.
33. Krentz JR, Quest B, Farthing JP, Quest DW, Chilibeck PD. (2008). The effects of ibuprofen on muscle hypertrophy, strength, and soreness during resistance training. College of Kinesiology, University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada.
34. Motl RW, O'Connor PJ, Dishman RK. (2003). Effect of caffeine on perceptions of leg muscle pain during moderate intensity cycling exercise. *J Pain* 4(6):316-321.
35. Noakes TD, Gibson ASC, and Lambert FV. (2004). From catastrophe to complexity: a novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans. *Br J Sport Med* 38: 511-514.
36. Plaskett CJ, Cafarelli E. (2001). Caffeine increases endurance and attenuates force sensation during submaximal isometric contractions. *J Appl Physiol.* 91(4):1535-1544.
15. Borg G. (1987). Subjective aspects of physical and mental load. *Ergonomics* 21: 215-220.
16. Borg G. (1998). *Borg's Perceived Exertion and Pain Scales*. Champaign, IL: Human Kinetics.
17. Brice, C. F. & Smith, A. P. (2002). Factors Associated with Caffeine Consumption. [Electronic Articles] *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 53(1), 55-64.
18. Carroll C Chad, Jared M Dickinson, Jennifer K LeMoine, Jacob M Haus, Eileen M Weinheimer, Christopher J Hollon and Todd A Trappe. (2008). Ibuprofen and acetaminophen promote muscle hypertrophy and strength gains during resistance exercise in the elderly. Human Performance Laboratory, Ball State University, Muncie, IN.
19. Cook DB, Oconnor PJ, Eubanks SA, Smith JC, and Lee M. (1997). Naturally occurring muscle pain during exercise: assesment and experimental evidence. *Med Sci Sport Exerc* 29: 999-1012.
20. Davis JK and Green J Matt. (2009). Caffeine and Anaerobic Performance. Department of Health and Human Performance, Texas A&M University-Commerce, Commerce, Texas, USA.
21. Duncan M J, Lyons M, Hankey J. (2009). Placebo effects of caffeine on short-term resistance exercise to failure. *Int J Sports Phys Perform*, 4: 244-253.
22. Erica R Goldstein. (2009). The effects of caffeine supplementation on strength and muscular endurance in resistance-trained females. A Thesis Submitted to the Faculty of The College of Education in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science Florida Atlantic University.
23. Ferreira SH. (1972). Prostaglandins, aspirin-like drugs and analgesia. *Nat New Biol* 240: 200-203.
24. Gearhart RFJR, Goss FL, Lagally KM, et al. (2002). Ratings of perceived exertion in active muscle during high-intensity and low-intensity resistance exercise. *J Strength Cond Res*;16:8791.
25. Greer F, McLean C, and Graham TH. (1998). Caffeine performance and metabolism during repeated Wingate exercise tests. *J Appl physiol* 85: 1502-1508.

40. Tokmakidis SP, Kokkinidis EA, Smilios I, Douda H. (2003). The effects of ibuprofen on delayed muscle soreness and muscular performance after eccentric exercise. Department of Physical Education & Sport Science, Democritus University of Thrace, Komotini 69100, Greece.
41. Walter A A, Herda T J, Ryan E D. (2009). Acute effects of a thermogenic nutritional supplement on cycling time to exhaustion and muscular strength in college-aged men. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 6:15doi:10.1186/1550-2783-6-15.
37. Jackson, A. S, and Pollock M. L. (1985). Practical assessment of body composition. *Physician and Sports Medicine* 13:76-90.
38. Pritchett Robert C, Green James M, Wickwire Phillip J, Pritchett Kelly L, Kovacs Mark S. (2009). Acute and session RPE responses during resistance training: Bouts to failure at 60% and 90% of 1RM. Department Health Human Performance and Nutrition Central Washington University. 21(1).
39. Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ and Stachenfeld NS. (2007). American college of sport medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sport Exerc* 39: 377-390.