تاثير يک جلسه دوی استقامتی فزاينده و تمرين با وزنه بر پاسخ پروتئين شوک گرمايی زنان جوان فعال

ولي‌اله دبيدي روشن*[۱]، هدي عبدي حمزه‌کلايي**، سيد غلامرضا موسوي***

* استاديار دانشگاه مازندران
** کارشناسي ارشد دانشگاه آزاد اسلامي واحد گرگان
*** عضو هيات علمي با رتبه مربي دانشگاه آزاد اسلامي واحد گرگان

تاريخ دريافت مقاله: ۸۶/۲ تاريخ پذيرش مقاله: ۸۶/۱۱

dzy0Us

هدف از انجام پژوهش، مطالعه تاثير يك جلسه استقامتي فزاينده و تمرين با وزنه بر پاسخ پروتئين شوك‌گرمايي ($HSP_{۷۲}$) در دختران جوان فعال بوده است. بدين منظور، ۱۹ دانشجوي دختر رشته تربيت بدني دانشگاه مازندران كه داراي شرايط شركت در تحقيق، از جمله عدم فعاليت بدني در مدت حداقل ٤٨ ساعت قبل از خون گيري، دارا بودن بيشترين ميزان حداكثر اكسيژن مصرفي، سكونت در خوابگاه و پيروي از غذاي دانشجويي، عدم آسيب احتمالي و سابقه هر گونه بيماري، عدم مصرف احتمالي كافئين و مكمل‌هاي ضد اكسايشي، بودند، انتخاب شده و به طور تصادفي به دو گروه؛ تمرين دوي استقامتي (ERG) و تمرين با وزنه (WTG) تقسيم شدند. پروتكل تمرين در گروه ERG شامل دويدن فزاينده تا حد واماندگي روي نوار گردان بدون شيب كه با توجه به روش كارونن با شدت ٦٥ تا ٧٥ درصد حداكثر اكسيژن مصرفي بود، اجرا شد. گروه WTG نيز چهار نوبت تمرين برونگرايي جلو بازو را طوري اجرا كردند كه دو نوبت آن با ٥٠ درصد و دو نوبت نيز با ٦٠ درصد يك تكرار بيشينه اجرا شد. خون‌گيري پس از ١٢ تا ١٤ ساعت ناشتايي شبانه در سه مرحله (پايه، ميان آزمون و ٣٠ دقيقه پس از اتمام فعاليت) و با شرايط كاملا مشابه، از ورید پيش بازويي انجام شد. نمونه‌ها به سرعت به آزمايشگاه منتقل شده و پس از سانتريفوژ و تهيه سرم از آن براي آناليز متغيرهاي اصلي و كنترلي تحقيق استفاده شد. براي تعيين مقادير $HSP_{۷۲}$ سرمي از تست ساندويچ الايزا با حساسيت زياد و براي تعيين كراتين كيناز نيز از روش آنزيماتيک استفاده شد. داده‌ها با استفاده از روش آماري مناسب شامل آزمون اندازه‌گيري‌هاي مكرر، آزمون T مستقل و آزمون تعقيبي LSD در سطح $P \leq ۰/۰۵$ تجزيه و تحليل شد. يافته‌ها نشان داد تغييرات مقادير $HSP_{۷۲}$ فقط در گروه WTG در مرحله ميان و پس آزمون نسبت به سطوح پايه معني‌دار بوده است (مقدار p به ترتيب برابر است با ۰/۰۰۷و ۰/۰۳). به علاوه تغييرات مقادير

۱. sadeghih@yahoo.com
۲. Anterior Cruciate Ligament

$HSP_{۷۲}$ بين دو گروه ERG و WTG فقط در مرحله ميان آزمون معني‌دار بوده است. به علاوه تغييرات كراتين كيناز در دو گروه ERG وWTG به ترتيب افزايش و كاهش غير معني‌داري را نشان داد. تغييرات بين گروهي CK در مرحله ميان آزمون و پس آزمون نيز غير معني‌دار بوده است. بر اساس اين يافته‌ها نتيجه گيري مي‌شود تمرينات برونگرايي با وزنه باعث افزايش بيشتر مقادير $HSP_{۷۲}$ مي‌شود.

كليد واژه‌هاي فارسي: $HSP_{۷۲}$ ، فعاليت استقامتي، تمرين با وزنه، زنان فعال

مقدمه

موجودات زنده براي بقاء نياز دارند تا در برابر استرس‌هاي مختلف يك پاسخ كارآمد از خود نشان دهند و افزايش سنتز خانواده پروتئين‌هاي HSP بخش لاينفك چنين پاسخ‌هايي مي‌باشد (۲۲). پروتئين‌هاي شوک گرمايي[۱](HSP) كه به پروتئين‌هاي استرسي نيز معروفند، دسته‌اي از پروتئين‌ها هستند كه نقش كاملاً حفاظتي داشته و در تمام موجودات زنده وجود دارند(۳،٤،۱۷،۲۳). تا چندي پيش HSP ها به عنوان ملكول‌هاي داخل سلولي مطرح بودند كه در نگهداري و حفاظت سلولي نقش داشتند. با اين حال، شواهدي وجود دارد كه اين ملكول‌ها مي‌توانند در پاسخ به آسيب بافتي و يا شرايط فيزيولوژيک آزاد شوند و به محيط خارج سلولي راه يابند و به عنوان ملكول‌هاي سيگنال‌دهنده بين سلولي عمل نمايند (۳،٦،۱۷). HSP ها اعمال مهم خارج سلولي را به انجام مي‌رسانند و باعث افزايش تحمل سلول به هنگام قرارگيري در معرض استرس گرمايي مي‌شوند (۱۱،۱۲،۱۳). اين پروتئين‌ها در پاسخ به محرک‌هاي استرسي از قبيل درجه حرارت زياد (۲،۱۷،۲۱،۲۳)، استرس‌هاي مكانيكي (۲،۱۱)، تخريب پروتئيني (۲،۲۱،۲۲،۲۳) و كاهش دسترسي به گلوكز (۲،٤،۲۳) در بدن افزايش مي‌يابند. اين پروتئين‌ها با توجه به وزن ملكولي و عملكرد دسته‌بندي مي‌شوند كه مهم‌ترين آن‌ها عبارتند از: $HSP_{٤۰،٦۰،۷۰،۹۰،۱۱۰}$(۲،۱۰،۱۷). $HSP_{۷۲}$ شامل خانواده تحريک‌پذير ۲KDa-۷۰است كه نسبت به استرس و گرما تحريک پذير مي‌باشد و يكپارچگي پروتئين‌ها را تسهيل كرده و نقش مهمي را در ترميم پروتئين‌هاي آسيب‌ديده بازي مي‌كند (۲،۳،۷،۱٤،۲۲،۲۳). برخي محققان اثرات حاد و مزمن استرس ورزشي بر $HSP_{۷۲}$ را در گونه‌هاي حيواني(۱۹) و انساني (٤،۱۰،۱۲،۱۷،۲۳) بررسي كردند و افزايش اين شاخص را گزارش دادند. به علاوه برخي محققان تاثير شدت و مدت ورزش را نيز بر اين شاخص مطالعه كردند (۲،٦،۱۳). فهرنباچ و همكارانش (٦) تاثير شدت يا مدت ورزش و يا تركيبي از اين دو عامل را بر $HSP_{۷۲}$ بررسي كردند. نتيجه پژوهش آن‌ها نشان داد بيشترين مقدار اين شاخص به دنبال دوي ماراتون رقابتي كه در آن شدت و مدت ورزش – هر دو– مورد تاكيد بود، به دست آمد. در مقابل، هميلتون و همكارانش (۸) در پژوهشي كه به صورت كنترل شده روي موش‌ها انجام دادند، به اين نتيجه دست يافتند كه تمرين كوتاه مدت شامل ۳ تا ٥ روز متوالي دويدن روي نوار گردان، هر روز به مدت ٦۰ دقيقه و با سرعت ۳۰ متر دردقيقه و شيب صفر درصد، هيچ‌گونه افزايشي در مقادير اين شاخص ايجاد نكرده است. نوبل و همكارانش (۱٥) نيز در يک پژوهش كنترل شده حيواني

۱. Heat Shock proteins (HSP)
۲. Kilo Dalton

به نتيجه مشابهي دست يافتند. از سوي ديگر، شواهد پژوهشي زيادي در حمايت از آسيب ساركومري ناشي از تمرينات برونگرا وجود داردي(۲۱،۲۲،۲۵).
با توجه به اين‌كه مشخص شده است آسيب پروتئيني يک محرک بزرگ براي بروز HSP۷۲ مي-باشد(۲۰،۲۱) واز سوي ديگر، با توجه به نقش HSP۷۲ در يكپارچه سازي پروتئين‌ها و ترميم پروتئين‌هاي آسيب ديدهي(٤، ۱۰،۱۲،۱۷،۲۳)، انتظار مي‌رود تمرين برونگرا پاسخ متفاوت HSP۷۲ را نسبت به تمرين درونگرا در پي داشته باشد (۲،۷،۹). اگرچه گزارش‌هايي مبني بر عدم افزايش(۹) و يا حتي كاهشي(۷) اين پروتئين پس از تمرينات برونگرا وجود دارد، با اين وجود بررسي تاثير همزمان دو روش تمريني شامل دوي استقامتي روي نوارگردان بدون شيب كه داراي ماهييت غير برونگرايي است (۱٤،۲۳) و انجام حركت جلو بازو به صورت برونگرايي بر پاسخ HSP۷۲ به ويژه در زنان فعال مي‌تواند اطلاعات تازه‌اي در اين خصوص به جامعه علمي ارائه دهد. لذا ، اساس اين پژوهش بررسي پاسخ اين مسئله است كه يک جلسه تمرين استقامتي و تمرين برونگرايي با وزنه چه تاثيري بر پاسخ HSP۷۲ در دختران جوان فعال دارد؟

ÃÓÊTÚ ÆsKÙ p pƷ

پس از تشريح اهداف طرح براي كليه دانشجويان دختر رشته تربيت بدني دانشگاه مازندراني(مجموعاً ۱۲۸ نفر)، پرسشنامه‌اي تحت عنوان شرايط شركت در تحقيق در اختيار آزمودني‌ها قرار داده شد كه در آن بر توجه ويژه به برخي نكات از جمله عدم فعاليت در مدت دست كم ٤٨ ساعت قبل از خون‌گيري، عدم مصرف احتمالي كافئين و مكمل‌هاي ضد اكسايشي، عدم آسيب احتمالي و سابقه هر گونه بيماري، سكونت در خوابگاه و پيروي از غذاي دانشجويي تاكيد شده بود. با توجه به موارد فوق، برخي افراد فاقد شرايط تحقيق بودند. آنگاه از افراد واجد شرايط دعوت شد تا بر اساس زمان بندي انجام شده، در مدت چهار روز قبل از اولين خون گيري جهت تعيين $VO_{۲MAX}$ با استفاده از آزمون بروس در محل آزمايشگاه حضور يابند. سپس با توجه به نتايج اين آزمون در نهايت ۱۹ نفر كه داراي بيشترين ميزان $VO_{۲MAX}$بودند به عنوان نمونه تحقيق انتخاب و به طور تصادفي به دو گروه؛ شامل گروهي موسوم به ERG كه روي نوارگردان مي‌دوند (۹ نفر) و گروهي به نام WTG كه تمرين با وزنه انجام مي‌دادند و سابقه وزنه تمريني نداشتند (۱۰ نفر) دسته بندي شدند . جدول ۱ مشخصات آزمودني‌هاي اين تحقيق را نشان مي‌دهد.

*جدول۱. ميانگين و انحراف معيار مشخصات آزمودنی‌های تحقيق به تفكيک گروه **

ويژگی / گروه	تعداد (نفر)	سن (سال)	وزن (كيلوگرم)	قد (سانتی‌متر)	چربی بدن (درصد)	شاخص توده بدن (كيلوگرم بر متر ربع)	حداكثر اكسيژن مصرفی (ميلی‌ليتر اكسيژن به ازای هر كيلوگرم وزن در دقيقه)
ERG	۹	۲۰/۲۵±۱/۱٦	٥۹±۱۰/۱٤	۱٦۳/٤٦±٤/٦۳	۲۲/۲٥±٦/۰۳	۲۲/۱٥± ٤/۱۹	۳۸/٦۰±٦/۱۰
WTG	۱۰	۱۹/٦۰± ۰/٥۱	٥۹ ± ۹/۰۲	۱٦۱/۲٤±۸/۱۰	۲۱/۲٤±۳/۱۳	۲۲/۲٦±۲/٤۳	۳۷/۸۷ ± ٥/۲٤

*ERG (گروهي كه روي نوار گردان دويدند) ؛WTG (گروهي كه تمرين با وزنه با انجام دادند)

دست کم ٤٨ ساعت قبل از آزمون‌گيري- كه پيش از اين اشاره شد- در محل آزمايشگاه حضور يافته و پس از سنجش متغيرهاي آنتروپومتريكي و تركيب بدني، ضربان سنجش را به قفسه سينه بسته وپروتكل آزمون‌گيري دويدن روي نوارگردان را اجرا كردند. به طور خلاصه، پروتكل دويدن روي نوارگردان بدون شيب با ٣ تا ٥ دقيقه گرم كردن آغاز شد و به دنبال آن سرعت نوارگردان طوري به صورت فزاينده افزايش يافت تا آزمودني‌ها با توجه به روش كارونن به ضربان قلب مورد نظر در دامنه ٦٥ تا ٧٥ درصد حداكثر اكسيژن مصرفي برسند و اين شدت تا زمان درماندگي حفظ شد(٢٣،١٤). از آنجاكه آزمودني‌ها VO_{2MAX} يكساني داشتند و اختلاف معني‌داري نداشتند، با توجه به نتايج بدست آمده در مورد مدت زمان رسيدن به واماندگي، زمان ميان آزمون ٢٠ دقيقه تعيين گرديد. به منظور خون‌گيري در مرحله مياني، سرعت نوارگردان به تدريج كاهش يافت و پس از توقف كامل و خون‌گيري، به‌دليل اين‌كه بدن آزمودني‌ها گرم بود، سرعت نوارگردان سريعا به دامنه مورد نظر رسيد. گروه WTG نيز به موازات گروه ERG حركت جلو بازو را با دست غير برتر در چهار نوبت (ست) به صورت برونگرايي اجرا كردند. در اين تمرين، هر فرد ابتدا دو نوبت تمريني را با ٥٠ درصد يک تكرار بيشينه از پيش تعيين شده اجرا كرد. هر نوبت تمرين در اين مرحله شامل ٢٥ تكرار بود كه هر تكرار آن در مرحله حركت دست از وضعيت خم شده به صاف ، ١٥ ثانيه به طول مي‌انجاميد و مدت استراحت بين نوبت‌هاي تمريني نيز ٢ دقيقه بوده است. سپس آزمودني‌ها نوبت‌هاي تمريني سوم و چهارم را با ٦٠ درصد يک تكرار بيشينه از پيش تعيين شده اجرا كردند. تعداد تكرارها در نوبت‌هاي تمريني اخير نيز ١٥ تا ٢٠ تكرار بود كه با شرايط مشابه با نوبت‌هاي اوليه اجرا شد (٢١،٢٢).

د. خون‌گيري و آناليز آزمايشگاهي: خون‌گيري از گروه‌هاي ERG و WTG با شرايط كاملاً مشابه با وضعيت پايه، در مرحله مياني(به منظور رديابي تغييرات تدريجي پاسخ HSP_{72} در حين انجام ورزش) و٣٠ دقيقه پس از اتمام فعاليت (٦،١٨) و به دنبال ١٢ تا ١٤ ساعت ناشتايي شبانه از ورید پيش بازويي دست غيربرتر انجام و نمونه‌هاي خوني بلافاصله به آزمايشگاه منتقل شد و پس از سانتريفوژ و تهيه سرم از آن براي سنجش متغيرهاي اصلي و كنترلي تحقيق استفاده شد. براي اندازه‌گيري مقادير HSP_{72} سرمي از تست ساندويچ الايزا[2] با حساسيت زياد

دست كم ٤-٥ روز قبل از انجام تحقيق، ابتدا مطالعه مقدماتي[1] در خصوص تغييرات دمايي؛ رطوبت نسبي محيط آزمايشگاه و تعيين متوسط زمان رسيدن آزمودني‌ها به مرز واماندگي (به منظور تعيين زمان ميان آزمون) انجام شد. همچنين يک تكرار بيشينه آزمودني‌ها در حركت جلو بازو تعيين شد (١). در طي دوره جمع‌آوري اطلاعات، دما و رطوبت محيط آزمايشگاه براي هر دوگروه يكسان بود (به ترتيب ٢±٢٣ درجه سانتي‌گراد ، ٥ ± ٥٥ درصد). براي جلوگيري از هر گونه تغييرپذيري درون گروهي نيز به آزمودني‌ها توصيه شد تا از بسته‌هاي غذايي ويژه(حاوي ٧٠ درصد كربوهيدرات، ١٥ درصد پروتئين و ١٥ درصد چربي) كه توسط محقق در اختيار آن‌ها قرار داده شد، در مدت ٢٤ ساعت قبل از خون‌گيري مصرف نمايندي(٣،٤).از هريک از دو گروه آزمودني، نفراتي به طور تصادفي نيز براي تعيين مقادير پايه HSP_{72} و متغيرهاي كنترلي تحقيق در مدت دست كم ٤٨ ساعت قبل از اجراي پروتكل آزمون‌گيري استفاده شدند.

آزمودني‌هاي تحقيق بر اساس برنامه زمان‌بندي شده و با رعايت شرايط شركت در تحقيق در مدت

[1].Pilot Study
[1]. Sandwich ELISA

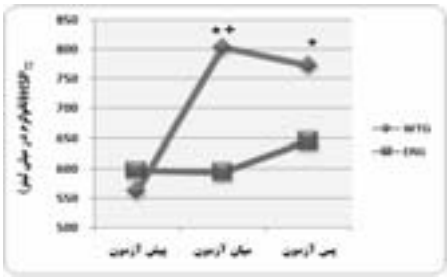
(STRESSGEN) (۱۶،۲۳) استفاده شد. براي سنجش متغيرهاي كنترلي از قبيل كراتين كيناز (CK) از روش آنزيماتيک (۵،۲۳) استفاده شد.
با توجه به اين‌كه نتايج آزمون كولمگروف-اسمييرنف نشان داد كه داده‌ها از توزيع طبيعي برخوردارند، لذا از آمار پارامتريک استفاده شد. براي تعيين تغييرات مقادير هر شاخص در مراحل مختلفي(پايه، ميان آزمون و پس‌آزمون) از آزمون اندازه‌گيري‌هاي مكرر و آزمون تعقيبي LSD استفاده شد. براي بررسي تغييرات بين گروهي دو گروه ERG و WTG در مرحله ميان‌آزمون و پس‌آزمون نيز از T مستقل استفاده شد. در اين اندازه‌گيري‌ها، مقدار معني‌داري آماري نيز در سطح $p \leq ۰/۰۵$ تعيين شد.

ÃÓÉŢº åĸĝĠĢəĸé

آناليز اوليه نشان داد آزمودني‌هاي دو گروه از نظر سن، قد، وزن و $VO_{۲max}$ اختلاف معني‌دار نداشتند. جدول ۲ ميانگين و انحراف معيار تغييرات مقادير $HSP_{۷۲}$ و CK دو گروه را در مراحل مختلف تحقيق نشان مي‌دهد. همان‌گونه كه در جدول نيز مشخص است، ميانگين مقادير $HSP_{۷۲}$ در گروه ERG در ميان‌آزمون و همچنين پس‌آزمون نسبت به مراحل قبلي افزايش غيرمعني-داري داشته است (مقدارP به ترتيب برابر است با ۰/۹و ۰/۶)، در حالي‌كه تغييرات اين شاخص در گروه WTG در هر دو مرحله مياني و پاياني نسبت به پيش‌آزمون افزايش معني‌داري را نشان مي‌دهد (مقدار P به ترتيب برابر است با ۰/۰۰۷ و ۰/۰۳). تغييرات بين گروهي مقادير $HSP_{۷۲}$ نيز تنها در مرحله مياني معني‌دار بوده است(P=۰/۰٤). به علاوه تغييرات كراتين كيناز در دو گروه ERG و WTG به ترتيب افزايش و كاهش غيرمعني‌داري را نشان داد. تغييرات بين گروهي CK در مرحله ميان‌آزمون و پس‌آزمون نيز غيرمعني‌دار بوده است. نمودارهاي ۱ و ۲ تغييرات مقادير $HSP_{۷۲}$ و CK دو گروه را در مراحل مختلف نشان مي‌دهد.

جدول۲. ميانگين ± انحراف معيار تغييرات مقادير $HSP_{۷۲}$ و كراتين كيناز دو گروه در مراحل مختلف تحقيق

شاخص	مرحله / گروه	پيش آزمون	ميان آزمون	پس آزمون
$Hsp_{۷۲}$ نانوگرم در ميلی ليتر	ERG	۵۹۳ ± ۲۱۵	۵۹٤ ± ۲۵٤	٦٤٦ ± ۱۹۸
	WTG	۵۹۳ ± ۲۱۵	۸۰٤ ± ٦٤	۷۷۳ ± ۸۳
كراتين كيناز U/l	ERG	۱۳۷/۳±۱۱۵/۸	۱٦۸/۳±۱۹٤/۷	۱۷٦/۹±۱۹۸/۵
	WTG	۱۳۱/٤±۱۱۰/۸	۱۰۰/۸±۱۸/۷	۱۰۰/۲±۲۱/۸



ù ◊‖Uǫ Ǩ ŧɬƸǫ ƷʏⅆƿƩū ƿʏ **CK** ƸǂʏǨǂǫ ΘɬƸǾǁǁ .ČƵɬʏǸƵ ù ◊‖Uǫ Ǩ ŧɬƸǫ ƷʏⅆƿƩū ƿʏ **HSP**$_{ēč}$ ƸǂʏǨǂǫ ΘɬƸǾǁǁ .ČƵɬʏǸƵ

* نشانه اختلاف معني‌داري نسبت به مرحله پايه، + نشانه اختلاف معني‌داري بين گروهي

ǻƸǾū Ǵ◊ǾǫƿƳ

نتايج پژوهش حاضر در خصوص تاثير يک جلسه دوي استقامتي با شدت ٦٥ تا ٧٥ درصد حداکثر اکسيژن مصرفي بر ميزان $HSP_{۷۲}$ گردش خون حاکي از افزايش غيرمعني‌دار مقادير اين شاخص در مراحل مياني و ٣٠ دقيقه پس از اتمام فعاليت مي‌باشد. اگرچه افزايش مقادير $HSP_{۷۲}$ به دنبال ورزش در برخي پژوهش‌هاي انساني (٢٣،١٢،٦،٤) و حيواني(١٩) گزارش شد، ولي محققاني نيز عدم افزايش اين شاخص را در حين و به دنبال ورزش نشان دادند (٩،٧،١٠). اين پاسخ متفاوت مي‌تواند ريشه در چند موضوع داشته باشد. برخي شواهد حاکي است که بين توليد mRNA پروتئين شوک گرمايي و تجمع آن تاخير زماني وجود دارد. پونشکارت و همکارانش(١٨) نشان دادند سه ساعت پس از ٣٠ دقيقه دويدن در آستانه بي هوازي روي نوار گردان تغييري در مقادير $HSP_{۷۲}$ ايجاد نکرد، ولي افزايش قابل توجه mRNA پروتئين شوک گرمايي در مدت ٣ تا ٣٠ دقيقه پس از آغاز تمرين ديده شد. اين موضوع نشان مي‌دهد که افزايش مقادير $HSP_{۷۲}$ در اولين ساعات پس از آغاز تمرين استقامتي چشمگير نيست. محققان ديگر نيز اين موضوع را تاييد کردند (١٠).اگرچه در پژوهش حاضر سعي شد آخرين نمونه‌گيري خوني وضعيت ناشتايي در مدت ٣٠ دقيقه پس از اتمام ورزش انجام شود، ولي به نظر مي‌رسد که زمان نمونه‌برداري خوني براي ظهور اين پروتئين کافي نبوده است و از اين رو ضرورت توجه بيشتر به بيان ژني $HSP_{۷۲}$ به دنبال ورزش و مطالعات بيشتر در اين زمينه را آشکار مي-کند.

مطالعات نشان مي‌دهد وزنه تمريني با تغييرات قابل توجه سنتز و تجزيه پروتئين‌ها همراه است و پروتئين‌هاي شوک گرمايي نيز به يکپارچه‌سازي مجدد پروتئين‌ها کمک مي‌کنند (٣،٢١،٢٢،٢٣،٢٥). به علاوه، اين پروتئين‌ها در به هم چسبيدگي جداره پروتئين‌هاي تازه سنتز شده نقش مهمي ايفا مي‌کنند و بدون اين پروتئين‌ها، سلول به دنبال استرس از بين خواهد رفت (١٠). نتايج پژوهش حاضر در خصوص تاثير يک جلسه تمرين برونگرايي با وزنه بر مقادير $HSP_{۷۲}$ نشان داد که مقادير اين شاخص در مرحله ميان‌آزمون و پس‌آزمون نسبت به پيش‌آزمون افزايش قابل توجهي يافته است. مطالعات متعددي نيز افزايش مقادير $HSP_{۷۲}$ را به دنبال آسيب عضلاني ناشي از تمرين برونگرا گزارش دادند (٢١،٢٢،٢٥). از اين‌رو ، بخشي از پاسخ‌هاي متفاوت $HSP_{۷۲}$ به دو نوع ورزش در پژوهش حاضر را مي‌توان به نوع پروتکل آزمون‌گيري نسبت داد . از آن‌جا که مدل ورزشي گروه ERG در پژوهش حاضر (دويدن روي نوار گردان بدون شيب) به لحاظ ماهيتي اساسا از نوع غير برونگرايي است (١٤)، لذا احتمال کمي وجود دارد که هرگونه آسيب مکانيکي قابل توجه به عضلات وارد شود. عدم تغيير قابل توجه کراتين کيناز (CK) در گروه ERG نيز موید اين ادعاست. لذا افزايش اندك و غيرمعني‌دار در غياب هر گونه تغيير در سطح CK در پژوهش حاضر بدين معني است که افزايش $HSP_{۷۲}$ گردش خون در گروه ERG احتمالا مربوط به آسيب بافتي ناشي از ورزش و نشت $HSP_{۷۲}$ داخل سلولي به محيط خارج سلول نيست. به علاوه، اين موضوع احتمال رهايش $HSP_{۷۲}$ از عضله اسکلتي را

تائيد نمي‌كند و نشان مي‌دهد كه تمرين مي‌تواند آزاد شدن فعال $HSP_{۷۲}$ را از درون سلول‌هاي متعددي به محيط خارج سلولي تحريك نمايد. برخي محققان گزارش دادند سلول‌ها و بافت‌هاي متعددي از قبيل لكوسيت (۵،۲۴)، قلب (۶،۱۹)، كبد (۳،۱۹) و مغز (۶،۱۲) در پاسخ به تمرين باعث افزايش $HSP_{۷۲}$ مي‌شوند. از سوي ديگر، در پژوهش حاضر افزايش قابل توجه مقادير $HSP_{۷۲}$ در گروه WTG مشاهده شد كه اين افزايش با تغيير متناسب در مقادير CK همراه نبوده است. به غير از آسيب سلولي ناشي از ورزش، به نظر مي‌رسد پاسخ استرسي به ميزان زيادي بين افراد مختلف متفاوت است و احتمالا اين موضوع نيز تا حدي مي‌تواند اثر متفاوت ورزش بر مقادير $HSP_{۷۲}$ در دو گروه را نشان دهد (۱۱،۱۴).

عادات ورزشي و سازگاري به تمرينات ويژه موضوع ديگري است كه تا حدي مي‌تواند افزايش بيشتر مقادير $HSP_{۷۲}$ در گروه WTG در مقايسه با گروه ERG را توجيه نمايد. از آنجا كه آزمودني‌هاي گروه WTG هيچ‌گونه سابقه وزنه تمريني نداشتند و در مقابل، آزمودني‌هاي گروه ERG فعاليت مثل دويدن را انجام مي‌دادند كه الگوي فعاليت طبيعي در زندگي روزمره به شمار مي‌رود، از اين‌رو انجام فعاليت با الگوي جديد به ويژه از نوع برونگرايي احتمالا باعث تحريك بيشتر ترشح $HSP_{۷۲}$ در گروه WTG شده است. جوواج و همكارانش (۷) در پژوهشي اثر ۱۲ هفته تمرين درونگرايي و برونگرايي را بر $HSP_{۷۲}$ مطالعه كردند و اظهار داشتند اگرچه سازش ۱۲ هفته‌اي به تمرينات برونگرايي و درونگرايي باعث كاهش مقادير $HSP_{۷۲}$ شده است، ولي اين كاهش در گروهي كه تمرينات درونگرا را انجام داده‌اند، بيشتر از گروه تمريني برونگرايي بوده است. از اين‌رو، تغييرات فيزيولوژيكي به دنبال سازگاري به تمرينات ويژه مي‌تواند پاسخ بهتري را به‌دنبال داشته باشد (۷،۱۴)، طوري‌كه بررسي‌هاي حيواني (۲۰) و انساني(۵،۷،۱۰)، مقادير $HSP_{۷۲}$ را در آزمودني‌هاي تمرين كرده كمتر از همرديفان غيرفعال گزارش دادند. اگرچه در پژوهش حاضر اثر سازگاري بررسي نشده است، ولي از آن‌جا كه آزمودني‌هاي تحقيق را دانشجويان جوان و فعال رشته تربيت بدني كه از حداكثر اكسيژن مصرفي نسبتا خوبي نيز برخوردار بودند (جدول ۱ را ببينيد) تشكيل مي‌دادند، لذا سازگاري فيزيولوژيكي در اين افراد، احتمالا باعث افزايش آستانه استرسي براي تحريك $HSP_{۷۲}$ به‌ويژه در گروه ERG شده است.

به طور خلاصه، نتايج پژوهش حاضر حاكي است كه تمرين باعث افزايش مقادير $HSP_{۷۲}$ در دختران جوان فعال شده است و اين افزايش با نوع ورزش مرتبط مي‌باشد. بدين ترتيب فرضيه تحقيق كه تمرين برونگرا در مقايسه با تمرين با ماهيت درونگرايي باعث افزايش بيشتر مقادير $HSP_{۷۲}$ مي‌شود، تائيد مي‌شود. يكي از محدوديت‌هاي اين تحقيق عدم امكان نمونه‌گيري در زمان‌هاي مختلف به دنبال اتمام فعاليت در آزمودني‌هاي زن بوده است. بدون شك، رديابي تغييرات ظهور پروتئين $HSP_{۷۲}$ در زمان‌هاي مختلف پس از انواع مختلف فعاليت بدني ممكن است طراحي منطقي برنامه تمريني را براي به حداقل رساندن آسيب عضلاني و به‌حداكثر رساندن سازش به ورزش تسهيل نمايد.

ÆℍHYƷyã p ƐÕ ǂ ơ

در پايان از دانشجويان دختر رشته تربيت بدني دانشگاه مازندران كه با مسئوليت پذيري خود محقق را در انجام هرچه بهتر اين تحقيق ياري نموده‌اند، كمال سپاسگزاري را مي‌نمايد.

: ƶƠĶǫ p ŭƛĶℍǫ

١. Brzycki, M.(١٩٩٣). Strength testing-Predicting a one-rep max from reps-to-fatigue.*JOPERD*: ٦٤:٨٨-٩٠.

٢. Febbraio M.A. Febbraio and Koukoulas I.(٢٠٠٠). HSP٧٢ gene expression progressively increases in human skeletal muscle during prolonged, exhaustive exercise. *J Appl Physiol:* ٨٩(٣):١٠٥٥-١٠٦٠

٣. Febbraio A. Mark, OttPeter, Nielsen Henning Bay, Steensberg Adam, Keller Charlotte, Krustrup Peter, Secher Niels H., Pedersen B.K.(٢٠٠٢). Exercise induces hepatosplanchnic release of heat shock protein ٧٢ in humans. *JPhysiol* :٥٤٤ (٣) :٩٥٧-٩٦٢

٤. Febbraio A.M., Mesa J.L., Chung J., Steensberg A., Keller C., Nielsen H.B., Krustrup P., Ott P., Secher N.H., Pedersen B. K.(٢٠٠٤). Glucose ingestion attenuates the exercise-induced increase in circulating heat shock protein ٧٢ and heat shock protein ٦٠ in humans. *Cell Stress Chaperones*: ٩(٤):٣٩٠-٣٩٦

٥. Fehrenbach E., Niess A.M., Schlotz E., Passek F., Dickhuth H.H, Northoff H.(٢٠٠٠). Transcriptional and translational regulation of heat shock proteins in leukocytes of endurance runners. *J Appl Physiol.* ٨٩(٢): ٧٠٤-٧١٠

٦. Fehrenbach E., Niess A.M., Voelke K., Northoff H., Mooren F.C. (٢٠٠٥). Exercise Intensity and Duration Affect BloodSoluble HSP٧٢. *Int J Sports Med.* ٢٦(٧)٥٥٢-٥٥٧

٧. Gjøvaag T.F., Vikne H., Dahl H.A. (٢٠٠٦). Effect of concentric or eccentric weight training on the expression of heat shock proteins in m. biceps brachii of very well trained males. *Eur J Appl Physiol.* ٩٦:٣٥٥–٣٦٢

٨. Hamilton L., Karyn, Powers K.S., Sugiura T., Kim Sunjoo, Lennon Shannon,Tumer Nihal., Mehta J. L.(٢٠٠١). Short-term exercise raining can improve myocardial tolerance to I/R without elevation in heat shock proteins. *Am J Physiol Heart Circ Physiolp:* ٢٨١:٣٤٦-٣٥٢

٩. Hirose L., Nosaka K., Newton M., Laveder A., Kano M., Peake J., Suzuki K.(٢٠٠٤).Changes in inflammatory mediators following eccentric exercise of the elbow flexors. *Exerc Immuno Rev:*١٠:٧٥-٩٠

١٠. KHassaf M., Child R.B., McArdle A., Brodie D.A., Esanu C., Jackson J.(٢٠٠٠).Time course of responses of human skeletal muscle to oxidative stress induced by nondamaging exercise. *J Appl Physiol* :٩٠: ١٠٣١–١٠٣٥.

١١. Kresfelde T.L., Claassen N., and Cronje M.J.(٢٠٠٦). Hsp٧٠ Induction and hsp٧٠ Gene polymorphisms as Indicators of acclimatization under hyperthermic conditions. *J Thermal Biology* :٣١:٤٠٦–٤١٥

١٢. Lancaster G.I., Møller K., Nielsen B., Secher N.H., Febbraio M.A. and NyboL.(٢٠٠٤). Exercise induces the release of heat shock protein ٧٢ from the human brain in vivo.*Cell Stress Chaperones*: ٩(٣):٢٧٦-٢٨٠

١٣. Liu Y., Lormes W., Wang L., Reissnecker S., Steinacker J.M.(٢٠٠٤). Different skeletal muscle SP٧٠ responses to high-intensity strength training and low-intensity endurance training. *Eur J Appl Physiol* :٩١:٣٣٠-٣٣٥.

١٤. Morton J.P., MacLaren D.P.M., Cable N.T., Bongers T., Griffiths R. D., Campbell I. T., Evans L., Kayani A., McArdle A., Drust B.(٢٠٠٦). Time course and differential responses of the major heat shock protein families in human skeletal muscle following acute nondamaging treadmill exercise. *J Appl Physiol.* ١٠١:١٧٦-١٨٢

١٥. Noble E.G., Moraska A., Mazzeo R.S., Roth D.A., Olsson M., Charlitte M., Russell L., Fleshner M.(١٩٩٩). Differential expression of stress proteins in rat myocardium after free wheel or treadmill run training. *J.Appl. Physiol..*٨٦(٥) :١٦٩٦–١٧٠١

١٦. Pockley A.G., Shepherd J., Corton J.M.(١٩٩٨). Detection of heat shock protein ٧٠ (Hsp٧٠) and anti-Hsp٧٠antibodies in the serum of normal individuals. *Immunological investigations.* ٢٧(٦):٣٦٧-٣٧٧

١٧. Pockley A.G.(٢٠٠٣). Heat shock proteins as regulators of the immune response. *The lancet*: ٣٦٢(٩٣٨٢):٤٦٩-٤٧٦

١٨. Puntschart A., Vogt M., Widmer H.R., Hoppeler H., Billeter R.(١٩٩٦). Hsp٧٠ expression in human skeletal muscle after exercise. Acta Physiol Scand.١٥٧(٤) : ٤١١- ٤١٧

۱۹. Salo D.C., Donvan C.M., Davies KJ. (۱۹۹۱). HSP۷۰ and other possible heat shock or oxidative stress proteins are induced in skeletal muscle, heart, and liver during exercise. Free Radic Biol Med. ۱۱(۳):۲۳۹-۲٤٦
۲۰. Smolka M.B., Zoppi C.C, Alves A.A., Silveria L.R., Marangoni S., Pereira-da-silva L., Novello J.C., Macedo D.V.(۲۰۰۰). HSP۷۲ as a complementary protection against oxidative stress induced by exercise in the soleus muscle of rats. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* ۲۷۹: ۱۵۳۹–۱٥٤٥.
۲۱. Thompson H.S., Scordilis S., P.,Clarkson P.M., Lohrer W.A.(۲۰۰۱). A single bout of eccentric exercise increases HSP۲۷ and HSC/HSP۷۰ in human skeletal muscle. *Acta Physiol Scand*: ۱۷۱: ۱۸۷-۱۹۳
۲۲. Thompson H.S., Clarkson P.M., Scordilis S.P.(۲۰۰۲). The repeated bout effect and heat shock proteins: intramuscular HSP۲۷ and HSP۷۰ expression following two bouts of eccentric exercise in humans. *Acta Physiol Scand:* ۷٤:٤۷-٥٦
۲۳. Walsh R.C., Koukoulas I., Garnham A., Moseley P. L., Hargreaves M.and Febbraio M.A.: (۲۰۰۱): Exercise increases serum Hsp۷۲ in humans. *Cell Stress Chaperones*:٦(٤):۳۸٦-۳۹۳
۲٤. Whitham M,HaLson SL,Lancaster GL,Gleeson M,Jeukendrup AE and Blannin A.K.:(۲۰۰٤) :Leukocyte heat shock protein expression before and after intensified training.*Int J Sports Med* .:۲٥(۷):٥۲۲-٥۲۷.
۲٥. Willoughby Darryn S., Rosene John and Myers Jay:(۲۰۰۳): HSP- ۷۲ and Ubiquitin Expression and Caspase-۳ Activity after a single bout of eccentric exercise. *Journal of Exercise Physiology*:٦(۲):۹٦-۱۰٤.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی