

تأثیر خستگی عضلات گردن بر تعادل پویا در دختران ورزشکار و غیرورزشکار

علی اصغر نورسته^۱، نجمه براتی^۲، نادر رهنما^۳، ساره شاه حیدری^{۴*}

چکیده

هدف: هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر خستگی عضلات گردن بر تعادل پویا در دختران ورزشکار و غیرورزشکار بود. بدین منظور ۴۸ نفر زن سالم (۲۴ ورزشکار و ۲۴ غیرورزشکار) در قالب چهار گروه تجربی و کنترل ورزشکار و غیرورزشکار برای سه جهت سخت آزمون تعادلی ستاره و چهار گروه آزمایشی و کنترل ورزشکار و غیرورزشکار برای سه جهت آسان آزمون تعادلی ستاره (سن: ۲۲/۳۳±۱/۵۸ سال، وزن: ۵۷/۱۵±۶/۵۲ کیلوگرم، قد: ۱۶۲/۳۷±۵/۰۴ سانتیمتر) در تحقیق حاضر شرکت نمودند. تعادل پویای آزمودنی‌ها بوسیله آزمون تعادلی ستاره اندازه‌گیری شد. برای ایجاد خستگی عضلات گردن، از تکرار بالا بردن شانه‌ها تا شدت نمره ۱۵ مقیاس بورگ استفاده شد، در حالی که در دودست دمبلی بود که وزن آنها ۳۰٪ یک تکرار بیشینه هر فرد بود. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون آنووا و آزمون تعقیبی توکی انجام شد. نتایج نشان داد تفاوت معنی داری در میانگین تعادل پویا پس از اعمال خستگی عضلات گردن بین ۴ گروه در جهت‌های سخت ($p=0/000$) و چهار گروه در جهت آسان ($p=0/000$) وجود دارد، به طوری که فاصله‌های دستیابی در اثر خستگی در گروه تجربی ورزشکار و غیرورزشکار در هر دو جهت آسان و سخت آزمون تعادلی ستاره کاهش یافت در حالیکه در گروه‌های کنترل تغییر معنی داری در میزان تعادل مشاهده نشد. لذا به مربیان توصیه می‌شود، تا به منظور افزایش تعادل پویا و کاهش اثرات خستگی و متعاقب آن کاهش احتمال آسیب دیدگی، در طراحی برنامه‌های ورزشی و آمادگی جسمانی، به افزایش استقامت عضلات گردن نیز توجه داشته باشند.

کلید واژه‌ها: تعادل، خستگی، آزمون تعادلی ستاره، میزان تلاش درک شده

۴۰

پذیرش مقاله: ۹۲/۱۱/۰۱

دریافت مقاله: ۹۲/۱۰/۰۹

- ۱- دانشیار دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه گیلان
- ۲- کارشناسی ارشد تربیت بدنی، (گرایش حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی) دانشگاه گیلان
- ۳- دانشیار دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه اصفهان
- ۴- دانشجوی دکتری حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه گیلان

* آدرس نویسنده مسئول:

دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه گیلان، رشت

* تلفن: ۰۹۱۲۷۲۷۱۸۷۹

* رایانامه: s_shahheidary@yahoo.com



مقدمه

بخش‌های فوقانی مغز و فراخوانی نرونهاي حرکتی آلفا بوده و کل بدن را درگیر می‌کند. به عبارت دیگر درخستگی موضعی دستورات حرکتی تغییر نمی‌کنند و یا حتی ممکن است افزایش یابند اما در خستگی عمومی، دستورات حرکتی ارسال شده به عضله کاهش یافته و از این طریق به کاهش تنش یا نیروی عضله منجر می‌شود (۵).

ورزشکاران همواره با انواع مختلف بارهای تمرینی روبرو هستند که برخی از این بارها فراتر از آستانه تحمل آنها بوده و استفاده از آنها سازگاری را کاهش می‌دهد و بر عملکرد ورزشی تأثیر می‌گذارد. هنگامی که ورزشکاران به سطحی فراتر از حد فیزیولوژیک خود قدم می‌گذارند، با هشدار خستگی روبرو می‌شوند که ادامه فعالیت در این شرایط تمرین زدگی، بازبایی ضعیف، کاهش هماهنگی و کاهش برونده توان عضلات را به همراه دارد (۶). به طور کلی، مطالعات اپیدمیولوژیک نشان می‌دهد که در ورزش، شایعترین زمان برای وقوع آسیب، اواخر بازی است، یعنی زمانی که ورزشکار خسته است (۱). نتایج تحقیقات در این زمینه حاکی از آن است که عمده آسیب‌های ورزشی هنگام خستگی و عدم تعادل بروز می‌کند، به ویژه در رشته‌های ورزشی که تحمل وزن بدن بر روی اندامهای تحتانی است. با توجه به ارتباط اجرای مهارت‌های ورزشی و حفظ تعادل و همچنین اثر کاهش تعادل بر افزایش احتمال آسیب بررسی عوامل مؤثر بر تغییرات تعادل پویا، از جمله خستگی مورد توجه محققان قرار گرفته است.

از آنجا که یکی از نواحی کلیدی دروندادهای حس عمقی^۵ قسمت گردن ستون مهره است و خستگی عضلات این ناحیه ممکن است روی تعادل اثرگذار باشد و همچنین در بیشتر تحقیقات بر اساس استراتژی‌های حرکتی مچ پا و ران صرفاً تأثیر خستگی موضوعی در عضلات ناحیه مچ پا یا ران بر کنترل وضعیت و تعادل بررسی شده و در تحقیقات اندکی تأثیر خستگی عضلات گردن بر تعادل پویا، مورد توجه قرار گرفته است، هدف تحقیق حاضر بررسی اثر خستگی موضعی عضلات گردن بر تعادل پویا در دختران ورزشکار و غیر ورزشکار بود.

روش بررسی

آزمودنی‌های این تحقیق شامل ۴۸ نفر زن سالم (۲۴ ورزشکار و ۲۴ غیرورزشکار) که بطور تصادفی در قالب چهار گروه تجربی و کنترل ورزشکار و غیرورزشکار برای سه جهت سخت آزمون تعادلی ستاره و چهار گروه آزمایشی و کنترل ورزشکار و غیرورزشکار برای سه جهت آسان آزمون تعادلی ستاره در تحقیق حاضر شرکت نمودند. در مرحله اول قبل از اعمال خستگی عضلات گردن، تعادل پویای همه گروه‌ها ارزیابی

تعداد، یکی از اجزای اصلی اغلب فعالیت‌های روزمره و عامل مهمی برای عملکرد ورزشی ورزشکاران است تا آنجا که گامبتا و گری^۱ معتقداند، تعادل مهمترین عامل در توانایی اجرای ورزشی است. تعادل، مهارت حرکتی پیچیده‌ای است که پویایی وضعیت بدن را در جلوگیری از افتاد توصیف می‌کند. از جنبه نظری، پاناکالیو^۲ تعادل را به دو صورت ایستا (توانایی حفظ مرکز ثقل در محدوده سطح اتکا) و پویا (حرکت فعال مرکز فشار حین ایستادن، راه رفتن یا هر مهارت دیگر تعریف می‌کند. از نظر عملیاتی، اولمستد^۳ و گاسکوویچ^۴ تعادل را به صورت ایستا (حفظ یک وضعیت با کمترین حرکت)، نیمه پویا (حفظ یک وضعیت در حالیکه سطح اتکا جابجا شود) و پویا (حفظ ثبات سطح اتکا در حالیکه یک حرکت توصیف شده اجرا می‌شود) دسته بندی کرده‌اند. از نظر بیومکانیکی و عملکردی، تعادل پویا را می‌توان تحت عنوان حرکت فعال مرکز فشار در محدوده سطح اتکا و حفظ ثبات سطح اتکا حین اجرای یک تکلیف توصیف شده، تعریف نمود (۱). سه ساز و کار فیزیولوژیک اصلی وجود دارد تا بدن را نسبت به تغییرات آگاه سازد و یک سری واکنش‌ها را برای حفظ وضعیت بدن مشخص سازد. ساز و کارها شامل اطلاعاتی است که از سیستم‌های بینایی، دهلیزی و حسی پیکری بدست می‌آید (۲). اجزای کلیدی سیستم حسی پیکری شامل گیرنده‌های حس عمقی در کف پا، مفصل ساکروایلیاک و گردن است (۳) و پاسخ‌های حرکتی برای حفظ تعادل شامل استراتژی‌های مچ پا، ران و گام برداشتن است (۴).

عوامل متعددی وجود دارند که می‌توانند بر توانایی فرد در حفظ و یا بازبایی کنترل وضعیت و تعادل تأثیر داشته باشند که از جمله مهمترین آنها می‌توان به ایجاد آسیب در سیستم‌های عصبی و عضلانی اسکلتی، فشارروانی، مکانیزم دهلیزی، نقص بینایی، افزایش سن، سابقه ورزشی و خستگی اشاره کرد. آنچه در این تحقیق مورد نظر می‌باشد عامل خستگی است. خستگی به دو نوع موضعی و عمومی دسته بندی می‌شود. خستگی عضلانی به صورت عمومی به عنوان کاهش توانایی عضلات در تولید نیروی مطلوب تعریف می‌شود که در نتیجه قطع زنجیره رویدادها از سیستم عصبی مرکزی تا فیبرهای عضلانی روی می‌دهد. خستگی موضعی در سطح عضلات رخ می‌دهد و گروه خاصی از عضلات درگیر در حرکت را شامل می‌شود که می‌تواند باعث بروز اختلال در محل اتصال عصبی عضلانی، مکانیزم‌های تحریک انقباض، انتشار تحریک توسط توبولهای عرضی، آزاد شدن کلسیم و تحریک اجزاء انقباضی شود که مسئول تولید نیرو می‌باشند. این درحالی است که خستگی عمومی مربوط به



هر جهت فاصله دستیابی را نشان می‌داد. همه آزمودنی‌ها با پای برتر (پایی که برای شوت توپ استفاده می‌شود) در مرکز ستاره می‌ایستادند. در صورت تماس پای ریش با زمین، برداشتن پای اتکا از مرکز دایره و یا عدم حفظ تعادل روی پای اتکا در حین عمل دستیابی، تلاش مربوطه حذف و دوباره تکرار می‌شد. نهایتاً طول ریش بر طول پا تقسیم (نرمالایز) و مجموع سه جهت حاصل شد (۹ و ۱۰ و ۶).

روش اعمال خستگی عضلات گردن

جهت ایجاد خستگی در عضلات گردن ابتدا یک تکرار بیشینه عضلات بالا برنده هر دو کتف با استفاده از دمبل‌های مختلف تعیین شد و بیشترین وزنه ای که فرد قادر به بالا آوردن آن بود به عنوان یک تکرار بیشینه او ثبت شد. سپس دو دمبل که در مجموع برابر با ۳۰ درصد وزن یک تکرار بیشینه عضلات بالا برنده کتف فرد بود، به آزمودنی داده و از او خواسته می‌شد که در حالت ایستاده، پاها به اندازه عرض شانه‌ها باز، عمل بالا آوردن شانه‌ها را انجام دهد. سرعت انجام حرکات نیز با یک مترونوم ۴۰ ضربه در دقیقه برای همه آزمودنی‌ها کنترل می‌شد. شدت خستگی با استفاده از آزمون میزان تلاش درک شده بورگ^۳ تعیین گشت. هنگامی که میزان خستگی به نمره ۱۵ بورگ (سخت) می‌رسید، فعالیت او متوقف و پس آزمون تعادل گرفته می‌شد (۱۱ و ۱۲).

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری اس پی اس اس^۴ و آزمون آماری آنووا^۵ برای مقایسه تعادل پویا در ۸ گروه (بین چهار گروه جهات آسان و بین چهار گروه جهات سخت) پس از دو مرحله ارزیابی، انجام شد. جهت تعیین تفاوت در گروه‌ها نیز از آزمون‌های تعقیبی توکی استفاده شد. سطح معنی داری در این مطالعه ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در جدول شماره ۱ میانگین و انحراف استاندارد مربوط به خصوصیات فردی آزمودنی‌ها (سن، قد، وزن و طول پا) نشان داده شده است. از نظر آماری بین سن و ویژگی‌های آنتروپومتریک (شامل قد و وزن) گروه‌های آزمودنی تفاوت معنی داری وجود نداشت.

برای مشخص شدن میزان تکرارپذیری روش اندازه‌گیری تعادل پویا، طی مطالعه‌ای مقدماتی اندازه‌گیری از ۱۰ آزمودنی در سه روز متفاوت به عمل آمد ($ICC = 0.89$).

شد و در مرحله دوم پس از اعمال خستگی عضلات گردن به گروه‌های تجربی، برای بار دوم تعادل پویای همه گروه‌ها ارزیابی شد. در این تحقیق منظور از ورزشکار دانشجوین سال آخر کارشناسی تربیت بدنی و منظور از غیر ورزشکار دانشجوین بی تحرک سال آخر کارشناسی سایر رشته‌ها است که آگاهانه و پس از امضای رضایت نامه در تحقیق شرکت کردند. معیارهای ورود آزمودنی‌ها شامل عدم سابقه درد، آسیب دیدگی و عمل جراحی در مفاصل و عضلات اندام تحتانی، کمر و گردن، عدم نقص شنوایی و بینایی بود. همچنین چنانچه آزمودنی‌ها حین مطالعه دچار هر گونه آسیب می‌شدند از مطالعه خارج و حذف می‌گشتند. محدودیت‌های تحقیق حاضر عبارت بودند از وجود تفاوت‌های وراثتی و آناتومیکی در بین آزمودنی‌ها، عدم نظارت کامل بر میزان خواب، استراحت و تغذیه آزمودنی‌ها که خارج از کنترل این تحقیق بود.

آزمون تعادلی ستاره^۱

در این آزمون، آزمودنی‌ها در وسط یک دایره که به وسیله ۸ خط با زاویه ۴۵ درجه از یکدیگر گسترده و برحسب سانتیمتر مدرج شده بود، می‌ایستادند. از آزمودنی خواسته می‌شد که تا حد ممکن پای خود را در راستای هر یک از خطوط ۸ گانه حرکت داده، یک ثانیه نگه دارد و دوباره برگرداند و در وسط دایره قرار دهد. نامگذاری جهات در این ستاره بر اساس جهت دستیابی مربوط به پای اتکا می‌باشد (۶). برای ارزیابی تعادل پس از خستگی موضعی گردن از سه جهت سخت (قدامی، خارجی و قدامی خارجی) برای یک گروه و سه جهت آسان (خلفی، داخلی و خلفی داخلی) برای گروه دیگر استفاده شد. علت اینکه تنها از ۳ جهت آزمون تعادلی ستاره استفاده شد، وجود امکان برگشت به حالت اولیه سریع آزمودنی‌ها پس از خستگی موضعی بود و این تقسیم بندی جهات آسان و سخت بر اساس نتایج تحقیقات گذشته که در اکثر آنها در سه جهت قدامی، خارجی و قدامی خارجی کمترین طول‌های ریش و در سه جهت خلفی، داخلی و خلفی داخلی بیشترین طول‌های ریش را گزارش کرده اند، صورت گرفته است (۸، ۷). آزمودنی‌های ورزشکار و غیر ورزشکار در یک تقسیم بندی تصادفی به دو گروه تقسیم شدند، یک گروه سه جهت سخت و گروه دیگر سه جهت آسان آزمون تعادلی ستاره را قبل و پس از خستگی موضعی انجام می‌دادند. لازم به ذکر است که حداقل زمان در نظر گرفته شده بین انجام پروتکل و پس آزمون تعادلی ۱۰ ثانیه بود. آزمودنی ۳ بار در



جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها

گروه	سن (سال)	قد (سانتیمتر)	وزن (کیلوگرم)	طول پا (سانتیمتر)
تجربی ورزشکار	۲۲/۶۶ ± ۱/۸۷	۱۶۳/۰۸ ± ۵/۶۹	۵۸/۷۵ ± ۶/۶۸	۸۴/۷۰ ± ۴/۱۳
کنترل ورزشکار	۲۲/۱۶ ± ۱/۱۱	۱۶۲/۰ ± ۳/۵۴	۵۸/۳۳ ± ۸/۵۹	۸۴/۶۲ ± ۳/۱۸
تجربی غیر ورزشکار	۲۱/۰ ± ۲/۱۳	۱۶۰/۲۵ ± ۳/۸۱	۵۶/۴۵ ± ۴/۴۶	۸۲/۶۲ ± ۲/۹۸
کنترل غیر ورزشکار	۲۳/۵۰ ± ۱/۰۸	۱۶۴/۱۶ ± ۷/۱۲	۵۵/۰۸ ± ۶/۳۵	۸۴/۱۶ ± ۳/۳۵

عضلات گردن در ۲ گروه تجربی و کنترل ورزشکار (هر دو جهات سخت ($p=0/01$) و آسان ($p=0/02$)) تفاوت معنی داری وجود دارد که می‌تواند نشان‌دهنده تاثیر خستگی عضلات گردن بر کاهش تعادل پویا در گروه تجربی ورزشکار باشد. همچنین بین میزان تغییرات تعادل بر اثر خستگی عضلات گردن در ۲ گروه تجربی و کنترل غیرورزشکار (هر دو جهات سخت ($p=0/02$) و آسان ($p=0/03$)) تفاوت معنی داری وجود دارد که می‌تواند نشان‌دهنده اثر خستگی عضلات گردن بر کاهش تعادل پویای گروه غیرورزشکار باشد.

میانگین و انحراف استاندارد فاصله‌های دستیابی در آزمون تعادلی ستاره (تعادل پویا) پس از دو مرحله ارزیابی، در جداول ۲ و ۳ گزارش شده است. نتایج تحقیق نشان داد قبل از اعمال خستگی عضلات گردن، تفاوت معنی داری در تعادل پویا بین چهار گروه جهات سخت ($p=0/12$) و بین چهار گروه جهات آسان وجود ندارد ($p=0/08$). همچنین نتایج نشان داد پس از اعمال خستگی عضلات گردن به گروه‌های تجربی، تفاوت معنی داری در تعادل پویا بین چهار گروه در جهات آسان ($p=0/00$) و چهار گروه در جهات سخت وجود دارد ($p=0/00$) (جدول ۴). طبق آزمون تعقیبی توکی، بین میزان تغییرات تعادل پس از خستگی

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد فاصله‌های دستیابی در آزمون تعادلی ستاره (تعادل پویا) در مرحله اول ارزیابی (قبل از اعمال خستگی عضلات گردن)

گروه	میانگین ± انحراف استاندارد (مجموع (طول ریش بر حسب سانتیمتر/طول پا بر حسب سانتیمتر × ۱۰۰))	جهات سخت	میانگین ± انحراف استاندارد (مجموع (طول ریش بر حسب سانتیمتر/طول پا بر حسب سانتیمتر × ۱۰۰))
تجربی ورزشکار	۳۱۰/۴۱ ± ۲۷/۳۵	جهات آسان	۳۳۹/۴۸ ± ۱۶/۵۰
تجربی غیرورزشکار	۲۶۶/۹۵ ± ۱۰/۵۶۶		۲۹۲/۳۶ ± ۲۳/۷۶
کنترل ورزشکار	۲۶۰/۸۲ ± ۱۴/۳۵		۲۹۳/۹۳ ± ۱۶/۹۸
کنترل غیرورزشکار	۲۴۵/۴۲ ± ۲۶/۱۲		۲۵۹/۲۰ ± ۴۱/۷۹

جدول ۳. میانگین و انحراف استاندارد فاصله‌های دستیابی در آزمون تعادلی ستاره (تعادل پویا) در مرحله دوم ارزیابی (پس از اعمال خستگی عضلات گردن در گروه‌های تجربی)

گروه‌ها	میانگین ± انحراف استاندارد (مجموع (طول ریش بر حسب سانتیمتر/طول پا بر حسب سانتیمتر × ۱۰۰))	جهات سخت	میانگین ± انحراف استاندارد (مجموع (طول ریش بر حسب سانتیمتر/طول پا بر حسب سانتیمتر × ۱۰۰))
تجربی ورزشکار	۲۸۸/۳۳ ± ۴۳/۰۹	جهات آسان	۳۳۰/۹۳ ± ۱۸/۹۳
تجربی غیرورزشکار	۲۴۷/۲۳ ± ۱۲/۲۰		۲۸۰/۲۴ ± ۲۲/۵۱
کنترل ورزشکار	۲۶۵/۰۴ ± ۱۰/۴۶		۲۹۷/۵۴ ± ۱۱/۴۹
کنترل غیرورزشکار	۲۴۹/۲۳ ± ۲۱/۹۶		۲۶۳/۲۰ ± ۳۲/۷۹

جدول ۴. مقایسه تعادل پویا در ۴ گروه آزمایشی ورزشکار و غیرورزشکار و گروه‌های کنترل بعد از اعمال خستگی عضلات گردن

آزمون آنوا	df	F	p-value
در جهات سخت	۳ و ۲۰	۱۲/۵۱	۰/۰۰
در جهات آسان	۳ و ۲۰	۱۰/۱۳	۰/۰۰



بحث و نتیجه گیری

هدف تحقیق حاضر بررسی اثر خستگی موضعی عضلات گردن بر تعادل پویا در دختران ورزشکار و غیرورزشکار بود. یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد تعادل پویا بعد از خستگی عضلات گردن بطور معناداری کاهش یافت. در مجموع، نتایج به دست آمده در رابطه با کاهش توانایی کنترل تعادل پس از اعمال برنامه خستگی با یافته‌های تحقیقات پیشین همخوانی دارد (۱۸-۱۳، ۵).

گیرنده‌های مفصلی بطور قابل توجهی به رفلکس‌های وضعیتی، ثبات مفصل و کنترل حرکت کمک می‌کنند. سه ناحیه کلیدی درون‌داده‌های حس عمقی برای حفظ وضعیت و تعادل، کف پا، مفصل ساکروایلیاک و ستون مهره گردنی هستند. آوران‌های گردنی از فاست‌های گردن به ثبات وضعیت کمک می‌کنند و در درد گردن نقش دارند. در کودکان رفلکس‌های اولیه مرتبط با وضعیت گردن مانند رفلکس‌های تونیک گردنی مستقیماً روی وضعیت تنه تأثیر می‌گذارند و بیماران با اختلال عملکرد مزمن گردنی اغلب محدودیت و کاهش تعادل را نشان داده‌اند (۳). بنابراین ممکن است با خستگی و درد عضلات گردن آوران‌های گردنی اطلاعات دقیق و کافی برای حفظ تعادل و کنترل وضعیت فراهم نکنند.

از طرف دیگر عوامل موثر در تعادل شامل اطلاعات حسی است که از سیستم‌های حسی پیکری، بینایی و دهلیزی بدست می‌آید و همچنین پاسخ‌های حرکتی که تحت تأثیر هماهنگی، دامنه حرکتی مفصل و قدرت عضلانی هستند (۸). سیستم دهلیزی از دو بخش اندام‌های اتولیتی و مجاری نیم دایره‌ای تشکیل شده است. اندام‌های اتولیتی اطلاعات مربوط به وضعیت سر را در فضا فراهم می‌کند و مجاری نیم دایره‌ای اطلاعات مربوط به مسیر موثر کشش ثقل و هرگونه تغییر در سرعت یا شتاب را فراهم می‌کند. در واقع ارگان‌های گوش داخلی تنها ارگان‌هایی هستند که اطلاعات مربوط به وضعیت سر را در فضا فراهم می‌کنند. این ارگان‌ها شامل اوتریکول و ساکول است که وظیفه اصلی آنها نگهداری سر به صورت عمود بر روی بدن است. این کار از طریق تغییرات تون عضلات گردن و ساز و کار شناخته شده بازتاب‌های صاف کننده سر^۱ تحقق می‌یابد. (۲). بنابراین به نظر می‌رسد با خستگی عضلات گردن، وضعیت قرارگیری سر روی ستون مهره از وضعیت عمود و صحیح خارج شود و متعاقباً موجب کاهش دقت اطلاعات حسی فراهم شده از سیستم‌های دهلیزی شود و منجر به کاهش تعادل شود. ولرم و همکاران^۲ کنترل وضعیت را در شرایط عدم بینایی، عدم بینایی-سطح فوم و

بینایی در دو شرایط خستگی و عدم خستگی عضلات بالابرنده کتف (گردنی) بررسی کردند. نتایج تحقیق نشان داد که جابجایی مرکز فشار در شرایط عدم بینایی پس از خستگی عضلات گردنی بیشتر بوده است. همچنین زمانی که آزمودنی روی سطح فوم قرار می‌گرفت، نوسانات بدن بیشتر و اثر خستگی مشهودتر بوده است و در شرایط بینایی آزمودنی‌ها توانایی بیشتری برای مقابله با این اثر را داشته‌اند (۱۱). یافته‌های این تحقیق نشان دهنده نقش مهم عملکرد عصبی-عضلانی عضلات گردن در کنترل وضعیت در شرایط ایستاده می‌باشد. اسکپاتی و همکاران^۱ نیز در تحقیقی نشان دادند که نوسانات بدن پس از خستگی موضعی گردن افزایش یافته است (۱۵). گاسلین و همکاران^۲ نیز در تحقیق دیگری اثر خستگی عضلات اکستنسور عضلات گردن را بر تعادل ۱۰ دانشجوی پسر بررسی کردند. آنها از انقباض ایزومتریک با ۵ درصد و ۲۵ درصد حداکثر انقباض ارادی در حالت اکستنشن در دوره‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه برای اعمال خستگی استفاده کردند و کنترل پوسچر را قبل و پس از هر دوره اندازه‌گیری کردند. گاسلین و همکاران نیز نشان دادند که تعادل به وسیله ۱۵ دقیقه انقباض ایزومتریک خسته کننده با ۲۵ درصد حداکثر انقباض ارادی از عضلات اکستنسور گردن اثر پذیرفته است و جابجایی مرکز فشار افزایش یافته است (۱۹).

گاسلین و همکاران در تحقیقی به بررسی اثرات خستگی عضلات گردنی بر کنترل وضعیت مردان پرداختند. آنها برای ارزیابی تعادل از صفحه نیروی دینامومتری قبل و پس از خستگی در شرایط چشم باز و بسته، استفاده شد. نتایج این تحقیق نشان داد تعادل پس از خستگی عضلات اکستنسور گردن تنها در شرایط حذف بینایی کاهش معنی داری یافت (۱۹). نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات گاسلین و همکاران در شرایط وجود بینایی همخوانی ندارد. بطور کلی ممکن است علت عدم همخوانی نتایج تحقیق حاضر با تحقیقاتی که کاهش معنی داری در تعادل پس از اعمال خستگی عضلات گردن مشاهده نکردند، استفاده از پروتکل‌های خستگی نامشابه باشد چرا که هر پروتکل گروه‌های عضلانی درگیر، انقباض‌ها و مدت زمان متفاوتی را شامل می‌شود که هر یک ممکن است به نوعی روی میزان خستگی و اثر آن بر تعادل اثرگذار باشند.

استفاده از برنامه‌های تمرینی و آمادگی که از نظر شدت و نوع حرکات و فعالیتها به شرایط مسابقه نزدیک باشند (اصول تمرین)، افزایش استقامت عضلات گردن، استفاده از ابزار و وسایل کمکی و تقویتی در جهت انجام تمرینات متنوع، رعایت اصول اساسی

1- Head righting reflex

2- Vuillerme N

3- Schieppati M

4- Gosselin G



و یا مسابقه یاری کند. انجام تحقیق‌های مشابه و از نوع مقایسه‌ای در ورزشکاران رشته‌های ورزشی و همچنین جنسیت‌های مختلف، بررسی میزان تأثیر پروتکل‌های خستگی مختلف و با استفاده از آزمون‌های عملکردی و دستگاه‌هایی نظیر ایزوکتیک بر روی یک نمونه مشابه، به محققین توصیه می‌شود.

در عدم ابتلا به بیش‌تمرینی، استفاده از الگوهای حرکتی مناسب در اجراهای با شدت بالا، تمرکز در هنگام اجرای حرکات و در نظر گرفتن بسیاری از موارد دیگر توسط مربیان و ورزشکاران، می‌تواند آنها را در افزایش طول زمان رسیدن به خستگی و در نتیجه آن استفاده مطلوب‌تر از حداکثر توان در حین انجام یک تمرین

منابع:

1. Shojaedin S, Johari K, Sadeqi H. [The effect of distal and proximal muscles fatigue in lower limb on dynamic balance in male soccer players (Persain)], *Sport medicine*, 2010, 5:65-80.
2. Daneshmandi H, Alizadeh MH, Gharakhanlou R, [Corrective Exercises (Persain)], Tehran. Samt. 2001, pp:22-30.
3. Page P, Frank CC, Lardner R, Assessment and treatment of muscle imbalance the Janda approach. *Human Kinetics*. 2010, Chapter 2. pp:15-16.
4. Shumway CA and Woollacott MH, *Motor control*, 2007, Chapter seven, 123-127.
5. Mousavi SK, Onvani V, Sadeghi H, [The effect of lower limb muscle fatigue on balance in elite young athletes (Persain)], *New Rehabilitation*, 7(2):7-13.
6. Gribble PA, Hertel J, Denegar CR, Buckley WE, The effects of fatigue and chronic ankle instability on dynamic postural control, *J Athl Train*, 2004, 39(4):321-329.
7. Norasteh AA, Shabani, Kamkar M. [The effect of muscle fatigue on static and dynamic balance in athletes with and without patella femoral pain (Persain)], *Sport Medicine Studies*, 2011, 9:99-110.
8. Shahheidari S, Norasteh AA, Mohebbi H, [Comparison of Static and Dynamic Balance in Female Athletes in Different Sports (Persain)], *Sport Medicine*, 2011, 3:1-10.
9. Hertel J, Miller S and Denegar C. Intratester and intertester reliability during the Star Excursion Balance Test. *J Sport Rehabil*, 2000; 9:104-116.
10. Kinzzy S and Armstrong C. The reliability of the Star Excursion Balance Test in assessing dynamic balance. *J Orthop and Sport Physical Therapy*. 1998; 27:356-460.
11. Vuillerme N, Pinsault N, Vaillant J. Postural control during quiet standing following cervical muscular fatigue: effect of changes in sensory inputs. *Neuroscience letters*. 2005; 135-139.
12. Borg G. Psychophysical bases of perceived exertion. *J Med Sci Sports Exerc*. 1982; 14:377-381.
13. Nicolas, V, Baptiste A, Baptiste A, Patric R, Trunk extensor muscle fatigue affects undisturbed postural control in young healthy adults, *Gait & Posture*, 2007, 24:166-72.
14. Yaggie J, McGregor S, Effect of isokinetic fatigue on the maintenance of balance and postural limits, *Arch Phys Med Rehabil*, 2002, 83:224-8.
15. Schieppati M, Nardone A, Schmid M, Neck muscle fatigue affects postural control in man. *J Neuroscience*. 2003; 121:277-285.
16. Miura, K., Ishibashi, Y., Tsuda, E., Okamura, Y., Otsuka, H., Toh, S. (2004). "The effect of local and general fatigue on knee proprioception". *Arthroscopy*. 20(4); PP: 414-18.
17. Vuillerme N, Forestier N, Nougier V, Attentional demands and postural sway; Effect of the calf muscle fatigue, *Med Sci Sport Exerc*, 2002, 34(12); 1907-12.
18. Vuillerme N, Nougier V, Prieur J. Can vision compensate for a lower limb muscular fatigue for controlling posture in human's neuroscience letters. 2001; 308: 103-106.
19. Gosselin G, Rassolian H, Brown I. Effects of neck extensor muscles fatigue on balance. *J Clinical Biomechanics*. 2004; 19:473-479.