نشریه پژوهش در توانبخشی ورزشی
دوره ۳، شماره ٦، پاییز و زمستان ۱۳۹٤
۳۷-۳۱
WWW.RSR.BASU.AC.IR

تأثیر خستگی عملکردی بر حس وضعیت مفصل شانه شناگران فعال

سید احسان سید جعفری[۱*]، منصور صاحب الزمانی[۲]، عبدالحمید دانشجو[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
۲. استاد، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
۳. استادیار، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

دریافت ۱۹ مهر ۱۳۹۴؛ پذیرش ۳ دی ۱۳۹۴

واژگان کلیدی

حس عمقی

خستگی عملکردی

مفصل شانه

شناگران

چکیده

زمینه و هدف: از جمله عواملی که می‌تواند مفصل را مستعد آسیب کند کاهش در حس عمقی است. هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر خستگی عملکردی بر حس وضعیت مفصل شانه شناگران فعال بود.

مواد و روش‌ها: به روش نمونه‌گیری هدفمند و در دسترس و مطابق معیارهای مورد نظر، ۲۴ شناگر مرد با میانگین سنی ۳/۴۹±۱۸/۳۳سال و میانگین وزن ۴/۳۳±۶۸ کیلوگرم و میانگین قد ۰/۰۹±۱/۷۳ متر از میان شناگران فعال استان کرمان انتخاب شدند و پس از اعمال پروتکل خستگی عملکردی، حس عمقی مفصل شانه‌ی شناگران با استفاده از دوربین و نرم‌افزار اتوکد مورد ارزیابی قرار گرفت. از آزمون آماری تی مستقل در سطح معنی‌داری ۵ درصد برای تحلیل داده‌ها استفاده گردید.

یافته‌ها: افزایش معناداری(Δ٪ ۲/۳۷) در میزان خطای بازسازی حس عمقی در زاویه ۴۵ درجه در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون مشاهده شد(p=۰/۰۰۱).همچنین افزایش معناداری(Δ٪۲/۸۰) در میزان خطای بازسازی حس عمقی در زاویه ۸۰ درجه در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون مشاهده شد(p=۰/۰۰۱).

نتیجه‌گیری: خستگی عملکردی موجب کاهش حس عمقی در زاویه‌های ۴۵ و ۸۰ درجه در مفصل شانه‌ی شناگران می‌شود و این امر می‌تواند شناگران را در معرض آسیب قرار دهد از این رو شناگران و مربیان شنا باید توجه ویژه‌ای به این امر داشته باشند و از شدت تمرینات پس از خستگی بکاهند.

*اطلاعات نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱۳۶۶۶۴۰۹۰
✉ پست الکترونیکی: s.ehsanjafari@yahoo.com

مقدمه

آسیب‌ها و دردهای مفصل شانه به‌عنوان شایع‌ترین مشکل عضلانی اسکلتی در میان شناگران رقابتی معرفی می‌شود. با توجه به مطالعاتی که در زمینه‌ی ارزیابی شیوع آسیب‌های مفصل شانه در میان شناگران انجام شده است می‌توان به چندین ریسک فاکتور از جمله دامنه حرکتی مفصل گلنوهومرال، قدرت عضلات روتایتور کاف، سن، سطح رقابتی و تکنیک شنای شناگران اشاره کرد (بوت و همکاران، ۲۰۰۰). ثبات عملکردی شانه حاصل ارتباط متقابل بین ثبات دهنده‌های استاتیک و داینامیک می‌باشد که این ارتباط به واسطه‌ی سیستم حسی - حرکتی (حس عمقی[1]) ایجاد می‌شود (کوردو و همکاران، ۱۹۹۴).

حس عمقی بخش جامعی از سیستم حسی حرکتی است. این حس شامل سه جزء حس وضعیت مفصل، حس تشخیص حرکت، شتاب حس مقاومت و نیرو می‌باشد (کوردو و همکاران، ۱۹۹۴). حس وضعیت مفصل عموماً به توانایی درک وضعیت اندام در فضا، بدون کمک گرفتن از حس‌های بینایی و شنوایی اطلاق شده است که به وسیله‌ی سیستم‌های مرکزی و محیطی تحت کنترل است. هر عاملی که باعث کاهش حس عمقی گردد، می‌تواند موجب بی‌ثباتی مکانیکی شود و در نهایت، مفصل را مستعد ضربات خفیف و آسیب کند (مستر، ۱۹۹۹). یکی از عواملی که سبب کاهش بازخورد حس عمقی در عضلات می‌شود، خستگی می‌باشد. خستگی عضلانی ناشی از فعالیت فیزیکی در قسمت‌های مختلف ساختارهای کنترل عصبی عضلانی، از جمله سیستم عصبی مرکزی، کنترل عصبی عضله و خود عضله اتفاق می‌افتد که کاهش کارایی عضله و افزایش احتمال آسیب پس از خستگی را موجب می‌شود (انوکا و همکاران، ۲۰۰۸).

لی و همکاران (۲۰۰۳) تأثیر خستگی موضعی عضلانی را بر حس عمقی مفصل شانه در افراد سالم مورد مطالعه قرار دادند. آنان بازسازی زوایای هدف چرخش خارجی و داخلی را به‌طور غیرفعال و فعال ارزیابی کردند. در این پژوهش بازسازی با دستگاه ایزوکینتیک دینامومتر صورت گرفت. براساس نتایج، حس عمقی مفصل شانه پیش و پس از خستگی، در حرکات چرخش داخلی و خارجی غیرفعال و چرخش داخلی فعال تفاوت معنی‌داری نداشت و تنها در چرخش خارجی فعال پیش و پس از خستگی اختلاف معنی‌داری مشاهده شد.

تریپ، یوچ ویوهل (۲۰۰۷) در پژوهش دیگری تأثیر خستگی بر بازسازی وضعیت را در اندام فوقانی بیسبالیست‌ها بررسی کردند. آنان ۱۰ حرکت مفصلی در اندام فوقانی را مورد مطالعه قرار دادند. خستگی پس از به‌طور میانگین ۲۸±۶۲ پرتاب صورت گرفت و نمره خطای متغیر سه بعدی را در کل اندام فوقانی و در هر دو وضعیت (مراحل پرتاب) افزایش داد. خستگی حس وضعیت مفاصل اسکاپولوتوراسیت[2] و گلنوهومرال[3] را در سطوح حرکتی مختلف کاهش داد که می‌تواند عوارضی نظیر گیرافتادگی لابروم، تحت آخرومی و داخلی که در پرتاب‌گران شایع است را به دنبال داشته باشد.

با توجه به مطالعات انجام شده غالب تحقیقات پیشین بر روی افراد غیر ورزشکار انجام گرفته است و تحقیقات بسیار اندکی بر روی حس عمقی مفصل شانه ورزشکاران صورت گرفته، همچنین به واسطه‌ی تفاوت محیط تمرینی شناگران با دیگر ورزشکاران، تأثیر خستگی بر حس عمقی می‌تواند متفاوت باشد.از طرفی تحقیقات انجام شده بر روی خستگی بیشتر به صورت پروتکل‌های خستگی ایزومتریک می‌باشند که در این پروتکل‌ها حرکات جزء زنجیره حرکتی باز محسوب می‌شود، در ضمن گروه‌های عضلانی و حرکت مفاصل در این نوع پروتکل به صورت مجزا اجرا می‌شوند، بنابراین قدرت تعمیم نتایج این مطالعات به تمرینات و رقابت‌های ورزشی بسیار کم می‌باشد (پدرسون و همکاران، ۱۹۹۷) و لزوم اجرای پروتکل خستگی عملکردی جهت بهبود این نقیصه احساس می‌شود. از این‌رو این تحقیق با هدف تأثیر خستگی عملکردی بر روی حس وضعیت مفصل شانه شناگران فعال صورت گرفت.

روش تحقیق

این تحقیق از نوع کاربردی می‌باشد. ابتدا به روش نمونه‌گیری هدفمند و در دسترس و مطابق معیارهای مورد نظر، ۲۴ شناگر مرد از میان شناگران فعال استان کرمان انتخاب شدند. معیارهای ورود به تحقیق شامل: محدوده سنی ۱۵ تا ۲۵ سال و سابقه عضویت فعال در یکی از

1. proprioception

2. Scapulathoracic
3. Glenohumeral

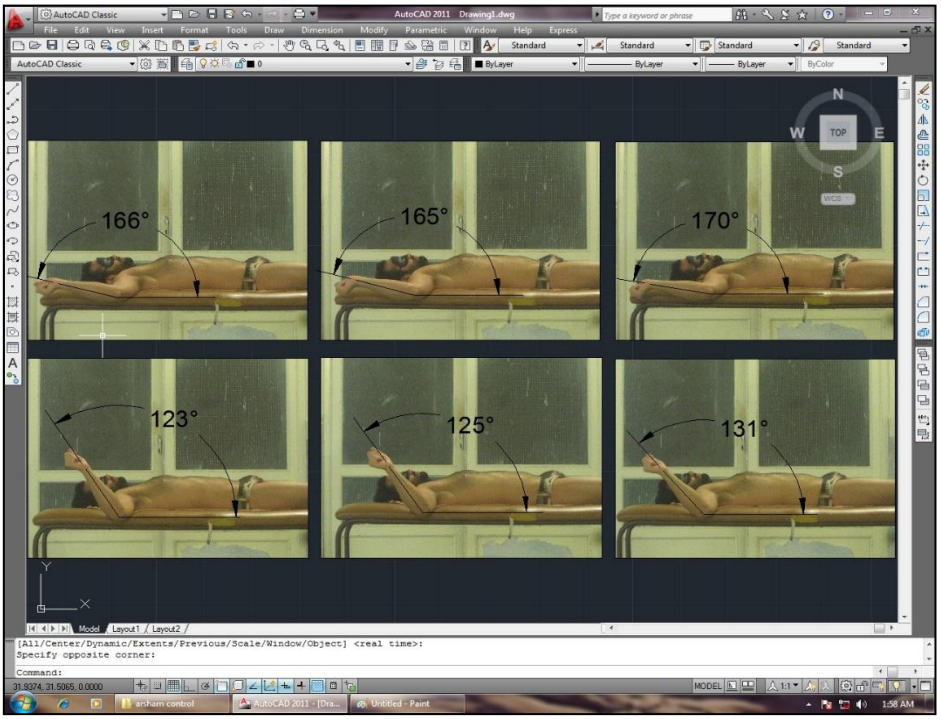
تیم‌های سطح استان حداقل در ۲ سال اخیر بود. همچنین معیارهای حذف عبارت بودند از سابقه جراحی یا شکستگی و در رفتگی، وجود بیماری‌های سیستم عصبی و عصبی-عضلانی، رماتیسم مفصلی و دیابت،سابقه مصرف داروهای خواب‌آور، آرام‌بخش، ضد درد و شل‌کننده‌های عضلانی (هیمسترا و همکاران، ۲۰۰۱). با نظر پزشک و با استفاده از پرونده‌های پزشکی در صورت مشاهده هر یک از موارد بالا نمونه از تحقیق حذف شد.

بعد از گرفتن رضایت نامه کتبی مبنی بر مشارکت آگاهانه و تکمیل پرسشنامه حاوی اطلاعات شخصی، در یک جلسه جداگانه آزمودنی‌ها با نحوه‌ی اجرای تست آشنا شدند. پس از آن در پیش آزمون حس عمقی آزمودنی‌ها مورد ارزیابی قرارگرفتند و از آنها خواسته شد پس از ۵ دقیقه گرم کردن، پروتکل خستگی را اجرا نمایند و بلافاصله پس از پایان پروتکل، حس عمقی مجدداً موررد ارزیابی قرار گرفت.

پروتکل خستگی عملکردی بدین صورت بود که آزمودنی‌ها ابتدا به مدت ۵ دقیقه حرکات کششی را خارج از آب انجام داده سپس مسافت ۲۵۰ متر را با سرعت دلخواه به منظور گرم کردن شنا کرده و پس از آن مسافت ۱۰۰۰ متر را با شنای کرال سینه و شدت ۹۰ درصد رکورد مسابقه شنا کردند. ارزیابی متغیرهای اندازه‌گیری شده در پیش و پس‌آزمون به ترتیب زیر انجام شد.

حس عمقی

اندازه‌گیری حس عمقی طبق روش استاندارد ذکر شده در تحقیقات پیشین انجام شد (هرینگتون،۲۰۱۰). به صورتی که ابتدا از آزمودنی خواسته شد به پشت روی تخت دراز بکشد، بازو و آرنج فرد در وضعیت ۹۰ درجه فلکشن قرار داده شد. وضعیت و زاویه مفصل شانه و همچنین بازسازی مجدد زاویه توسط دوربین دیجیتال (کاسیو، مدل Ex-s880) مورد ارزیابی قرارگرفت. حالت قرارگیری دوربین در فاصله‌ی ۵ متری از آزمون دهنده و هم‌راستا با شانه‌ی فرد تنظیم شدو تنظیمات دوربین تا آخرین اندازه‌گیری تغییر نکرد. سپس زائده‌ی خنجری اولنار و اولکرانون علامت‌گذاری شدند، زاویه اندازه‌گیری شده بر اساس تقاطع دو خط تعریف شد که خط اول به صورت افقی موازی با تختی که فرد بر روی آن دراز کشیده و خط دوم از اتصال زائده خنجری اولنار با اولکرانون به‌دست می‌آید. سپس در شرایطی که چشمان آزمون‌دهنده بسته بود، به‌طور غیرفعال به بازوی شناگر تا ۴۵ درجه چرخش خارجی داده شد و از آزمودنی خواسته شد این زاویه را به ذهن بسپارد و پس از ۵ ثانیه آن را بازسازی نماید. به همین ترتیب چرخش خارجی نیز انجام شد. برای زاویه ۸۰ درجه نیز ترتیب کار به همین صورت بود (بیگلند، ۱۹۸۱).



شکل ۱: نحوه ارزیابی خطای حس عمقی در نرم افزار اتوکد

قدرت عضلانی

برای انجام آزمون قدرت ایزومتریک از روش استاندارد ارائه شده توسط کندال (۲۰۰۵) استفاده شد. روش اجرا در حرکات چرخش به خارج و داخل بازو بدین شرح بود: آزمودنی در وضعیت طاق باز روی تخت به صورتی قرار گرفت که شانه در ۹۰ درجه ابداکشن (روی تخت) و آرنج نیز ۹۰ درجه خم بود (زوایا با گونیامتر استاندارد اندازه‌گیری شده بود). دینامومتر روی سطح پشتی ساعد بالای مچ برای چرخش خارجی قرار داده شده بود. از شناگران خواسته شد با حداکثر نیروی خود در جهات چرخش به خارج، به دینامومتر که توسط آزمونگر نگه داشته شده بود، نیرو وارد کنند. در این حالت حداکثر نیروی ایزومتریکی که شخص وارد می‌کرد، روی صفحه‌ی دیجیتالی دستگاه ثبت شد.

شکل ۲: نحوه ارزیابی قدرت عضلات چرخاننده‌ی خارجی بازو

آنالیز آماری

در تحقیق حاضر از نرم افزار SPSS۱۸ و از آزمون آماری تی وابسته در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ برای تحلیل داده‌ها استفاده گردید. به منظور تعیین توزیع طبیعی جامعه آماری از آزمون آماری شاپیروویلک استفاده شد و طبیعی بودن جامعه تأیید شد ($p\geq ۰/۰۵$).

یافته‌ها

جدول شماره ۱، اطلاعات و داده‌های توصیفی مربوط به آزمودنی‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۱: داده‌های توصیفی نمونه‌های تحقیق (میانگین ± انحراف استاندارد)

تعداد	سن(سال)	وزن(کیلوگرم)	سابقه تمرین(سال)	رکورد ۱۰۰۰ متر(دقیقه)
۲۴	۱۸/۳۳±۳/۴۹	۶۸±۴/۳۳	۵/۶۷±۲/۳۵۳	۱۷:۱۰±۱:۳۹

تجزیه و تحلیل‌های آماری افزایش معناداری (٪۲/۳۷) در میزان خطای بازسازی حس عمقی در زاویه ۴۵ درجه در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون نشان داد ($p=۰/۰۰۱$ و $t=۴/۵۶$). همچنین تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که افزایش معناداری (٪۲/۸۰) در میزان خطای بازسازی حس عمقی در زاویه ۸۰ درجه در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون وجود دارد ($p=۰/۰۰۱$ و $t=۵/۴۴$)، (جدول ۲).

تجزیه و تحلیل آماری کاهش معناداری(٪۵/۵۸) در قدرت عضلات چرخش دهنده‌ی خارجی در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون نشان داد ($p=۰/۰۰۱$ و $t=۱۷/۰۵$)، (جدول ۲).

جدول ۲. داده‌های حس عمقی و قدرت (میانگین ± انحراف استاندارد)

	پیش از اعمال پروتکل	پس از اعمال پروتکل	٪ Δ (%95CI)	P-value	اندازه‌ی اثر
زاویه ۴۵ درجه	۴/۷۸±۱/۹۷	۷/۱۵±۲/۵۹	+۲/۳۷	۰/۰۰۱	۱/۰۴
زاویه ۸۰ درجه	۵/۸۶±۲/۶۳	۸/۶۷±۳/۵۱	+۲/۸۰	۰/۰۰۱	۰/۹۱
قدرت	۱۶/۹۸ ± ۴/۶۵	۱۱/۴۰ ± ۳/۴۸	-۵/۵۸	۰/۰۰۱	۱/۳۶

بحث

این مطالعه با هدف تأثیر خستگی عملکردی بر حس عمقی مفصل شانه در شناگران فعال انجام شد. نتایج کلی تحقیق حاکی از کاهش قدرت در عضلات چرخش دهنده‌ی خارجی بازو و افزایش میزان خطای حس عمقی مفصل شانه در زاویه‌های ۴۵ و ۸۰ درجه بود.

کاهش قدرت در تحقیقات پیشین به‌عنوان فاکتور تأییدکننده‌ی خستگی عنوان شده است (پروسکه و همکاران، ۲۰۰۰). این امر بدین معناست که یک جلسه تمرین با شدت ۹۰ درصد رکورد مسابقه با مسافت ۱۰۰۰ متر شنای کرال سینه موجب ایجاد خستگی عملکردی در شناگران می‌شود.

نتایج کلی تحقیق نشان داد که بعد از اعمال پروتکل خستگی خطای بازسازی حس عمقی مفصل شانه در زوایای ۴۵ درجه و ۸۰ درجه چرخش خارجی به طور معنی‌داری افزایش نشان داد. به عبارت دیگر خستگی موجب کاهش حس عمقی در زاویه ۴۵ و ۸۰ درجه چرخش خارجی بازو می‌شود. تأثیر خستگی عضلانی ناشی از ورزش کردن بر روی حس عمقی مفصل شانه در دهه‌های گذشته مورد بررسی قرارگرفته و نتایج متناقضی عنوان شده است.

امری و همکاران در سال ۲۰۱۲ چنین نتیجه گرفتند که خستگی ناشی از حرکات تکراری در بازو می‌تواند باعث کاهش حس عمقی در حرکت دور کردن شانه در افراد سالم شود. در تحقیق دیگری یو جو هانگ و همکاران در سال ۲۰۱۲ به بررسی حس وضعیت شانه در طول حرکات فعال و غیر فعال در افراد دارای ناپایداری قدامی شانه پرداختند که نتایج حاکی از خطای بیشتر بازسازی زاویه در افراد دارای بی‌ثباتی شانه نسبت به افراد سالم در حرکات غیرفعال عنوان شد. اما در حرکات فعال تفاوت معناداری بین دو گروه مشاهده نشد.

از جمله مطالعاتی که اثر خستگی را بر حس عمقی رد کرد تحقیق یون گو و همکاران در سال ۲۰۱۱ بود که نشان دادند خستگی عضلات چرخاننده داخلی شانه تأثیری بر حس وضعیت مفصل گلنوهومرال ندارد. آنها خطای بازسازی زاویه در مفصل گلونوهومرال را به‌صورت فعال قبل و بعد از خستگی عضلات چرخاننده‌ی داخلی شانه اندازه‌گیری کردند و بیان کردند که خستگی تأثیری بر حس وضعیت مفصل شانه نداشته است. محققین دلیل این نتیجه را چنین بیان کردند که شانه مفصل پیچیده‌ای است و فقط خستگی چرخاننده‌های داخلی باعث کاهش حس وضعیت شانه نمی‌شود. همچنین دلیل دیگر عدم تغییر در حس وضعیت مفصل پس از خستگی را، نوع فیبرهای عضلانیِ درگیر در خستگی و همچنین جبران خستگی توسط مکانورسپتورهایی که تحت تأثیر خستگی بودند، بیان کردند.

وجه تمایز تحقیق کنونی با مطالعاتی که نتایج متناقض داشته‌اند، در این است که در این بررسی تأثیر خستگی بر حس عمقی شناگران صورت گرفته است. از طرفی خستگی بوجود آمده به صورت عملکردی ایجاد شد که این نوع خستگی با پروتکل‌های دیگر که به صورت ایزومتریک و تک مفصله صورت گرفته‌اند متفاوت می‌باشد. در این پروتکل‌ها حرکات جزء زنجیره حرکتی باز محسوب می‌شود، در ضمن گروه‌های عضلانی و حرکت مفاصل در این نوع پروتکل به صورت مجزا اجرا می‌شوند، بنابراین توانایی تعمیم نتایج مطالعات پیشین به تمرینات و رقابت‌های ورزشی بحث برانگیز می‌باشد (پدرسون و همکاران، ۱۹۹۷).

خستگی از فاکتورهای تأثیرگذار بر کاهش عملکرد ورزشی ورزشکاران و همچنین افزایش آسیب می‌باشد (پروسکه و همکاران، ۲۰۰۰). خستگی ممکن است در طول کل مسیری که درگیرکننده انقباض‌های عضلانی می‌باشد رخ داده و بر تغییرات دروندادهای قشری، ظرفیت تحریک‌کنندگی نورون‌های حرکتی پایین‌تنه، تحریک‌پذیری نورون‌های حرکتی، انتقال و ارسال تکانه‌های عصبی در شکاف محل پیوند عصبی عضلانی، تحریک‌پذیری و انتشار تکانه در سارکولما، جفت شدن تحریک و انقباض، دستگاه انقباضی و یا حتی تهیه انرژی سوخت و سازی تأثیر گذارد و

نکته مهم در اینجاست که ایجاد اختلال در هر یک از موارد مذکور ممکن است زمینه ایجاد آسیب‌های گوناگونی را در جریان ورزش فراهم کنند (ریبریو و همکاران، ۲۰۱۱).

همچنین خستگی، پاسخ نرون حرکتی آلفا را تغییر داده و موجب نقص در مکانیزم حفاظتی مفصل می‌گردد که این موضوع تا اندازه‌ای به افزایش تأخیر الکترومکانیکی و عضلانی به‌دلیل کاهش حساسیت گیرنده‌های حسی نسبت داده می‌شود. خستگی می‌تواند یک فاکتور مشارکت‌کننده مهم در بروز آسیب مفصل شانه باشد، چرا که خستگی سبب بازداری فعالیت نرون حرکتی می‌شود. بازداری فعالیت نرون حرکتی منجر به کاهش فعالیت عضلانی می‌گردد، که این موضوع به نوبه خود ثبات عملکردی مفصل را به مخاطره انداخته و فرد را در خطر آسیب قرار می‌دهد (ریمن و همکاران، ۲۰۰۲). بنابراین ضعف، یا بروز اختلال به دلایل مختلف در هر یک از گیرنده‌ها می‌تواند احتمال بروز آسیب را افزایش دهد.

نسبت به گیرنده‌های مفصلی بیشترین تأثیر خستگی بر گیرنده‌های عضلانی اتفاق می‌افتد. بنابراین کاهش حس وضعیت ممکن است ناشی از کاهش ورودی‌های گیرنده‌های عضلانی باشد (تریپ و همکاران، ۲۰۰۷). چندین مطالعه دیگر در این راستا انجام شده است که این موضوع را مورد بررسی قرار داده‌اند و گزارش کردند که فعالیت گیرنده‌های عضلانی می‌تواند با خستگی کاهش پیدا کند (وندن و همکاران، ۲۰۰۳). این موضوع ممکن است باعث تغییر در ورودی‌های آوران از گیرنده‌های عضلانی شود که باعث تغییر در کنترل عصبی عضلانی اندام شده و منجر به کاهش توانایی بدن برای کنترل اندام می‌گردد. این استدلال نیز وجود دارد که خستگی به‌وسیله افزایش آستانه تخلیه دوک عضلانی و اختلال در بازخورد آوران باعث نقص آسیب به تیزحسی حس عمقی می‌شود. در واقع مکانیسم قابل قبول برای این کاهش حس عمقی مشاهده شده بعد از مسابقه و تمرین می‌تواند در اثر افزایش غلظت مواد التهابی و متابولیکی در درون عضلات باشد که به نوبه‌ی خود دارای تأثیر مستقیم بر الگوی تخلیه دوک عضلانی و فعال شدن نورون‌های آلفا و گاما است (والکر و همکاران، ۲۰۱۲).

خستگی عضلانی ناشی از فعالیت پدیده‌ی رایجی است که در پی فعالیت‌های ورزشی به‌وجود آمده و با کاهش نیرو سبب کاهش در عملکرد ورزشکاران می‌شود (روبرت و همکاران، ۲۰۱۰). در انسان نشان داده شده است که تغییرات در بازخوردهای آوران از این گیرنده‌ها موجب تغییراتی در کنترل عصبی عضلانی مفصل شانه می‌شود همچنین خستگی درون داده‌های آوران حاصل از گیرنده‌های عضلانی را تغییر می‌دهد. در نهایت خستگی عصبی عضلانی ممکن است موجب تغییر در تکنیک شنای فرد، مخصوصاً در مرحله‌ی ورود دست به آب شده که در نتیجه‌ی آن مقدار مقاومت آب در مقابل شناگر افزایش یافته و این امر می‌تواند منجر به کاهش اجرای ورزشی فرد و نهایتاً افزایش آسیب گردد.

از محدودیت‌های تحقیق حاضر می‌توان به ابزار استفاده شده در تحقیق برای اندازه‌گیری حس عمقی، اشاره کرد اما از آنجا که هدف از این پژوهش، اندازه‌گیری حس عمقی بلافاصله پس از خستگی بود و آزمون باید در محیط استخر انجام می‌شد، محققین ناچار به استفاده از دوربین جهت اندازه‌گیری حس عمقی شدند.

نتیجه‌گیری

خستگی عملکردی موجب کاهش حس عمقی در زاویه‌های ۴۵ درجه و ۸۰ درجه چرخش خارجی در مفصل شانه‌ی شناگران می‌شود و این امر ممکن است شناگران را در معرض آسیب قرار دهد. از این رو توصیه می‌شود شناگران و مربیان شنا توجه ویژه‌ای به این امر داشته باشند و از شدت تمرینات پس از خستگی بکاهند.

تشکر و قدردانی

محققان از تمامی آزمودنی‌ها به خصوص شناگران و مربیان، که در این مطالعه کمال همکاری را داشته‌اند، تقدیر و تشکر به عمل می‌آورند.

References

Bigland-Ritchie B. EMG and fatigue of human voluntary and stimulated contractions. Ciba Found Symp. (1981); 82: 130-56.

Bouët V, Gahery, Y (2000). Muscular exercise improves knee position sense in humans. Neuroscience letters. 289(2):143-146.

Cordo P, Carlton L, Bevan L, Carlton M, Kerr G. (1994). Proprioceptive coordination of movement sequences: role of velocity and position information. Journal of neurophysiology. 71(5): 1848-1864.

Dastmanesh, S., &Shojaeddin, S. S. (2011). Distal upper extremity musculoskeletal disorders in industrial workers. Journal of Research in Rehabilitation Sciences, 6(2).

Enoka RM, Duchateau J. (2008). Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function. J Physiol. 586: 11–23.

Gibson H, Edwards R. (1985). Muscular exercise and fatigue. Sports Medicine. 2(2): 120-132.

Herrington L, Horsley I, Rolf C. (2010). Evaluation of shoulder joint position sense in both asymptomatic and rehabilitated professional rugby players and matched controls. Physical Therapy in Sport. 11: 18-22.

Hiemstra LA, Lo IK, Fowler PJ (2001). Effect of fatigue on knee proprioception: implications for dynamic stabilization. J Orthop Sports PhysTher 31(10):598-605.

Hoch M. (2008). Effect of functional fatigue on the soleus Hoffmann reflex in subjects with functional ankle instability. Doctoral dissertation, Ohio University.

Lee HM, Liau JJ, Chang CK, Tan CM, Shih JT. Evaluation of shoulder proprioception following muscle fatigue. ClinBiomech (Bristol, Avon). 2003; 18: 843-847.

Manipulative J. (2013). Comparison of massage based on the tensegrity principle and classic massage in treating chronic shoulder pain. PhysiolTher. 36: 418-427.

McMaster WC. (1999) Shoulder injuries in competitive swimmers. Clin Sports Med. 18(2): 349-359.

Mirbagheri M., Barbeau H, Ladouceur M, Kearney R. (2001). Intrinsic and reflex stiffness in normal and spastic, spinal cord injured subjects. Experimental brain research. 141(4), .459-446.

Pedersen J, Sjolander P, Wenngren BI, Johansson H (1997). Increased intramuscular concentration of bradykinin increases the static fusimotor drive to muscle spindles in neck muscles of the cat. Pain 70(1): 83-91.

Proske U, Wise AK, Gregory JE (2000). The role of muscle receptors in the detection of movements. Prog Neurobiol. 60:85-96.

Ribeiro F, Oliveira J (2011). Factors Influencing Proprioception: What do They Reveal?, Biomechanics in Applications: Vaclav KliKa (Ed.), ISBN: 978-953-307-969-1.

Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part II: the role of proprioception in motor control and functional joint stability. J Athl Train. 2002; 37(2): 80-84.

Robert C, Reimer III, Erik A, Wikstrom. Functional fatigue of the hip and ankle musculature cause similar alterations in single leg stance postural control. Journal of Science and Medicine in Sport. 2010; 13: 163-166.

Tripp BL, Yochem EM, UhlTl (2007). Recovery of upper extremity sensorimotor system acuity in baseball athletes after a Throwing-Fatigue protocol. Journal of Athletic Training. 42(4): 452-457.

Van den Dolder PA, Roberts DL. A trial into the effectiveness of soft tissue massage in the treatment of shoulder pain. Australian Journal of Physiotherapy. 2003; 49: 183-188.

Walker H, Gabbe B, wajswelner H (2012). A 12-month prospective cohort study of incidence and risk factors. Physical Therapy in Sport.13: 243-249.