علوم زیستی ورزشی - پاییز ۱۳۹۶
دورهٔ۹، شمارهٔ ۳، ص: ۴۲۹ – ۴۱۵
تاریخ دریافت : ۱۷ / ۰۶ /۹۵
تاریخ پذیرش : ۳۰ / ۰۳/ ۹۶

مقایسهٔ سرعت هدایت عصبی اندام تحتانی غالب و غیرغالب ورزشکاران و غیرورزشکاران

سیدمصطفی سراب زاده [*۱] – محمد شریعت زاده جنیدی [۲] – بیتا بردبار آذری [۳]
۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی تمرین، دانشگاه آزاد اسلامی، باشگاه پژوهشگران و نخبگان مشهد، ایران
۲. استادیار و عضو هیأت علمی، پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران ۳. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران

چکیده
این مطالعه به‌منظور مقایسهٔ سرعت هدایت عصبی (NCV) اندام تحتانی سه گروه هشت‌نفره از بازیکنان فوتبال، دوندگان نیمه‌استقامت و دوندگان استقامت به‌همراه گروه کنترل با دامنهٔ سنی ۲۱ تا ۲۶ سال انجام گرفت. برای بررسی پارامترهای الکترونروگرافی و سرعت هدایت هر آزمودنی، معاینهٔ جداگانهٔ تست عصبی محیطی با دستگاه الکترونروگرافی ENG انجام گرفت. به‌منظور تجزیهٔ آماری از آزمون تحلیل واریانس برای مقایسهٔ میانگین سرعت هدایت عصبی بین گروه‌ها در اندام غالب و غیرغالب و در صورت وجود تفاوت بین گروه‌ها از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. نتایج به‌دست‌آمده برای هر دو اندام غالب و غیرغالب تفاوت معناداری را بین دو گروه نیمه‌استقامتی‌ها در برابر استقامت (P=۰)(P= ۰) و فوتبال در برابر استقامت (P= ۰) (P= ۰) گزارش کرد. همین‌طور اختلاف معناداری بین نیمه‌استقامتی‌ها در برابر کنترل (P= ۰/۰۰۲) (P= ۰/۰۰۲) و فوتبال در برابر کنترل (P= ۰) (P= ۰/۰۱۳) ملاحظه شد. در اختلاف اندام غالب و غیرغالب هم اختلاف معنادار فقط در ورزشکاران فوتبال دیده شد (P= ۰/۰۴). براساس نتایج پژوهش حاضر می‌توان گفت که احتمالاً توسعهٔ هدایت عصبی در اندام تحتانی ورزشکاران اغلب در ورزش‌های با شدت بالاتر روی داده است که شاید به سیستم‌های انرژی یکسان آنها مربوط شود و همین‌طور پای برتر و تمرکز روی آن در الگوهای برنامهٔ تمرینی محیط متغیر بیشتر از رشته‌هایی صرفاً استقامتی با محرک‌های محیطی ثابت است.

واژه‌های کلیدی
اندام غالب (DL)، اندام غیرغالب (NDL)، استقامتی و نیمه‌استقامتی، سرعت هدایت عصبی (NCV)، فوتبال.

---

[*] **نویسندهٔ مسئول : تلفن:۰۳۶۳۲۵۲۹۹۴۸** Email: : m.sarab68@yahoo.com

مقدمه

مطالعهٔ سرعت هدایت عصبی ابزاری مهم در تشخیص اختلالات عصبی به‌شمار می‌رود که عواملی ذاتی مانند سن، جنسیت و عوامل خارجی و اکتسابی مثل دما، تمرین، آسیب‌دیدگی و وزن می‌تواند بر آن تأثیرگذار باشد. با توجه به اینکه انتقال سریع تکانه‌های عصبی[1] عاملی مهم در انجام واکنش‌ها و اعمال سریع به‌شمار می‌رود، ازاین‌رو در بیشتر ورزش‌های تیمی و انفرادی انتقال سریع تکانه‌های عصبی با اجرای سریع و قدرتمند در کوتاه‌ترین زمان ممکن همراه است و برای افزایش سرعت، توان انفجاری و تأکید بر بازتاب کششی[2] عضله برای پاسخ‌های عصبی - عضلانی در سرعت‌های بالا استفاده می‌شود (۱۳). به‌طور کلی سرعت هدایت عصبی از پارامترهای ENG[3] است که با دستگاه الکترونروگرام اندازه‌گیری می‌شود. مسافت طی‌شده در واحد زمان از طریق تحریک عصبی در طول عصب را سرعت هدایت عصبی می‌نامند و برحسب M/S بیان می‌شود (۲۴). یکی از بهترین روش‌های ارزیابی سازگاری عصبی- عضلانی، بهره‌گیری از انواع تمرینات مقاومتی و قدرتی است که در پژوهش حاضر هم دو گروه از نمونه‌های انتخابی ورزشکاران سازگاریافته با همین مدل‌های تمرینی‌اند. این تمرینات با اثرگذاری بر واحدهای حرکتی سبب این سازگاری ویژهٔ عصبی می‌شوند (۵،۱۶،۲۹). شاخص‌های نوروگرافی از جمله سرعت هدایت عصبی از تغییرات و تأثیرپذیری نورون‌های حرکتی و توسعهٔ حجم و اندازهٔ عضلات در حین فعالیت می‌تواند زمینهٔ مناسبی را در زمینهٔ سازگاری عصب- عضلانی با بهره‌گیری از تمرینات مختلف مقاومتی ایجاد کند (۱۶،۲۶). با این حال مشخص است که این‌گونه تمرینات تغییراتی را در دروندادهای بازدارنده و تحریک‌کننده به‌وجود می‌آورند، به‌طوری‌که ایمپالس[4]های بزرگ‌تری به نورون‌های حرکتی عضلات عمل‌کننده می‌رسد و موجب توسعهٔ هدایت عصب می‌شود (۱۵). البته این مکانیزه ممکن است تحت تأثیر افزایش تحریک‌پذیری سارکولما و افزایش پمپ سدیم که بر موج M شاخص الکترونروگرافی تأثیر می‌گذارد (۳۵) یا تغییرات تدریجی در اندازهٔ تارها و حتی تعداد آنها که در اثر فشار متمرکز و کشش ناگهانی تارها و تحریک دوک عضلانی که با بارهای تمرینی شدت مناسب ایجاد می‌شود، قرار گیرد (۲۹). به نظر تمرین با شدت مناسب که به واماندگی، کوفتگی یا خستگی بیش‌ازحد در فرد منجر نشود و با تأکید بر سرعت انجام گیرد، می‌تواند رویکرد تمرینی ایده‌آل برای

1. Nerve impulses
2. Stretch reflex
3. Electroneugraphic
4. Impulse

توسعهٔ هدایت عصب محیطی باشد، نسبت به تمرینات قدرت ماکزیمم شدید یا هوازی (۲۹،۳۶). در همین زمینه، کنترل حرکتی و عصبی با توجه به اینکه چه تعداد و کدام واحدهای حرکتی و زوایا در انقباض عضلانی درگیر می‌شوند، سبب یکپارچه‌سازی حرکتی و قدرت بیشتر عضله می‌شود که با عملکرد ورزشی بهتر همراه خواهد بود (۱۲). البته در راستای سازگاری‌های به‌وجودآمده، در پژوهش‌های گذشته تأثیرپذیری تمرین‌های مختلف بر سرعت هدایت عصبی گزارش شده است. نعمتی و همکاران (۲۰۰۶) و حسینی (۲۰۰۲) تأثیرگذاری تمرین پلایومتریک را بر شاخص‌های ENG ورزشکاران گزارش کردند (۱۶،۲۳). محققان دیگر تأثیر این تمرینات را بر سازگاری عصبی- عضلانی مؤثر دانسته‌اند (۳-۱). تیپل و همکاران (۲۰۱۳) نیز تأثیر تمرینات ترکیبی قدرتی را بر EMG[1] و ENG مثبت ارزیابی کردند (۳۲).

علاوه‌بر موارد گفته‌شده، گزارش‌هایی مبنی بر اینکه به‌طور کلی سرعت هدایت عصبی در ورزشکاران توانی و قدرتی نسبت به ورزشکاران استقامتی بیشتر است، وجود دارد (۳۶،۳۲،۱۹،۹،۳-۱). کامن و همکاران (۱۹۸۴) در بررسی بین رشته‌های ورزشی NCV[2] (سرعت هدایت عصبی) را در وزنه‌برداران بیشتر از همه گزارش کردند و دوندگان ماراتن در میان ورزشکارها کمترین NCV را داشتند (۱۹). در مقابل پاولاک و همکاران (۲۰۱۰) بین اندام برتر و غیربرتر رشته‌های ورزشی مورد مطالعه تفاوتی را گزارش نکردند و NCV را در اندام فوقانی بازیکنان هاکی پایین‌تر از بقیهٔ گروه‌ها (فوتبال، تنیس و شنا) و در اندام تحتانی NCV بازیکنان هاکی بالاتر از سایر گروه‌ها گزارش کردند (۲۵). شرما و همکاران (۲۰۱۶) نیز در پژوهش خود نشان دادند که NCV فوتبالیست‌های حرفه‌ای با گروه کنترل تفاوت چشمگیری دارد (۳۱).

با توجه به اینکه بیشتر پژوهش‌ها در زمینهٔ تأثیرگذاری NCV در بیماران یا ورزشکاران آسیب‌دیده بوده (۱۰،۳۳،۳۸) و برخی پژوهش‌ها نیز افزایش در پارامترهای عصبی را فقط مختص هفته‌های اولیهٔ تمرین و ورزشکاران غیرورزیده اعلام و بیان کرده‌اند که پارامترهای عصبی و NCV در ورزشکار فعال پس از رسیدن به یک نقطه در هفته‌های اولیهٔ تمرین به فلات می‌رسد (۱۴). همچنین با توجه به تأثیرگذاری تمرین بر NCV، در پژوهش حاضر پارامترهای عصبی در ورزشکاران مختلف (رشتهٔ فوتبال دارای محیط باز و تمرینات با الگوهای متنوع و محرک‌های ارائه‌شدهٔ فراوان، در مقابل دو مادهٔ رشتهٔ

1. Electroneurography
2. Nerve conduction velocity

دوومیدانی که دارای محیط بسته و تمرینات با الگوی تکراری) (۲۷) مقایسه شد. همین‌طور به مقایسهٔ پارامترهای عصبی بین اندام غالب و غیرغالب مربوط به ورزشکاران و غیرورزشکاران پرداخته شد تا تأثیرگذاری تمرین به‌عنوان یک عامل بازدارندهٔ اختلالات عصبی و توسعهٔ کیفیت زندگی را به چالش بکشیم و نشان دهیم آیا تفاوتی بین افراد تمرین‌کرده و تمرین‌نکرده در هدایت اعصاب محیطی وجود دارد یا خیر؟ و اگر تفاوتی وجود دارد، آیا می‌توان این تفاوت را به توسعهٔ انتقال ایمپالس[1]های عصبی مربوط به تمرین نسبت داد یا صرفاً عامل تفاوت گروه‌ها، ویژگی‌های ساختاری و ریخت‌شناسی عضله و عوامل مربوط به سطح آمادگی ورزشکار است؟

روش پژوهش: این پژوهش از نوع پژوهش‌های توصیفی- تحلیلی با چهار گروه آزمودنی بود. نمونه‌های در دسترس تحقیق شامل ۳۲ مرد سالم ۲۶- ۲۱ سال بودند؛ هشت نفر گروه فوتبالیست‌ها (SOC)، هشت نفر ورزشکار دوومیدانی نیمه‌استقامت (MR) و ۸ نفر ورزشکار دومیدانی استقامت (ER) که همه از ورزشکاران فعال (حداقل سه سال سابقه) بودند و ۸ نفر هم گروه کنترل (C) (شامل افراد سالم که فعالیت ورزشی منظم و حرفه‌ای نداشتند) که آزمودنی‌های تحقیق را تشکیل دادند. معیارهای لازم برای انتخاب افراد شامل ۱. حداقل داشتن سه سال سابقهٔ تمرین منظم در رشتهٔ ورزشی، ۲. نداشتن سابقهٔ آسیب اسکلتی- عضلانی در اندام‌های مورد مطالعهٔ پژوهش و ۳. عدم استفاده از برنامهٔ دارویی که ممکن است بر عملکرد عصب تأثیرگذار باشد. پس از گزینش افراد، آزمودنی‌ها زیر نظر متخصص مغز و اعصاب در دمای ثابت ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد به‌طور همزمان به‌وسیلهٔ دستگاه ENG ارزیابی شدند. ارزیابی شامل تحریک دو نقطهٔ مجزا از عصب سورال در اندام تحتانی آزمودنی‌ها بود، به‌گونه‌ای که الکترودهای تحریک و ثبات بر روی پوست تمیزشده از چربی به‌وسیلهٔ الکل، در دو نقطهٔ مورد نظر دیستال[2] و پروگسیمال[3] (۶ سانتی‌متر بالای مچ و وسط ساقی خلفی) قرار می‌گرفت و با تحریک نقاط مورد نظر شروع به انقباض کانسنتریک[4] می‌کرد و موج M[5] روی صفحهٔ نمایش ENG نمایان می‌شد.[6] این روش اندازه‌گیری NCV در مطالعات محلی (۲۰۱۳)، شیخ‌الاسلامی و همکاران (۲۰۰۶)، نعمتی و همکاران (۲۰۰۶)، هانگ و همکاران (۲۰۰۹)، پاولاک و کاسمارک (۲۰۱۰) هم

1. Impulse
2. Distal
3. Proximal
4. Concentric
5. M wave
6. Oh SJ. Clinical electromyography: nerve conduction studies. 3rd ed. Philadelphia: lippincott Williams & Wilkins, 2003.

استفاده شد (۱۸،۲۲،۲۳،۲۵،۳۰). به‌ترتیب برای هر ورزشکار اندازه‌گیری‌های NCV در عصب سورال مورد نظر در هر دو اندام برتر (DL) و غیربرتر (NDL) انجام گرفت. برای محاسبهٔ NCV مسافت بین دو نقطهٔ ثبات و تحریک (پروگسیمال و دیستال) به میلی‌متر اندازه‌گیری و زمان محرک بین نقاط دیستال و پروگسیمال تعیین می‌شد و در نهایت NCV از تقسیم مسافت بر زمان برحسب متر بر ثانیه به‌دست می‌آمد. تصویر ۱ نحوهٔ الکترودگذاری و اندازه‌گیری در عصب سورال را نشان می‌دهد.

تصویر ۱. نحوهٔ الکترودگذاری آزمودنی‌ها برای عصب سورال

پس از جمع‌آوری و ثبت داده‌ها در SPSS، از آزمون تحلیل واریانس یکطرفه و در صورت وجود تفاوت میان گروه‌ها از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. سطح معناداری ۰/۰۵ >P به‌عنوان ضابطهٔ تصمیم‌گیری به‌منظور آزمون فرضیه‌ها در نظر گرفته شد.

نتایج

جدول ۱. داده‌های مربوط به ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها در چهار گروه

پارامترها	کنترل	دو استقامت	دو نیمه‌استقامت	فوتبال
سن (سال)	۲۳/۲۵±۱/۹۰	۲۳/۵±۱/۸۵	۲۳±۱/۳۰	۲۱/۷۸±۱/۷۲
وزن (کیلوگرم)	۷۳/۶۲±۷/۴۶	۷۰/۲۵±۴/۵۹	۷۴/۳۷±۴/۳۰	۸۱/۳۷±۴/۴۷
قد (سانتی‌متر)	۱۷۶/۳۷±۷/۳۶	۱۷۷/۸۷±۸/۶۴	۱۸۰/۳۷±۵/۶۰	۱۷۸/۶۲±۸/۴۸

جدول ۲. مقایسهٔ مقادیر اندازه‌گیری‌شدهٔ سرعت هدایت عصب سورال در چهار گروه

گروه	اندام	میانگین	همگنی واریانس‌ها	F	سطح معناداری	اختلاف میانگین‌ها	معناداری درون‌گروهی
فوتبال	غالب	۵۳/۰۴±۳/۷۶	۰/۰۶	۱۹/۲۶	۰/۰۰ *	۳/۵۶	۰/۰۴ *
	غیرغالب	۴۹/۴۸±۳/۵۲					
دو نیمه‌استقامت	غالب	۵۰/۷۷±۲/۷۵	۰/۲۹	۱۳/۶۳	۰/۰۰ *	۰/۰۴	۰/۰۶
	غیرغالب	۵۰/۷۳±۲/۷۲					
دو استقامت	غالب	۴۳/۹۶±۱/۲۹				۰/۰۱	۰/۳۳
	غیرغالب	۴۳/۹۵±۱/۲۹					
کنترل	غالب	۴۵/۷۵±۲/۲۲				۰/۰۳	۰/۰۷
	غیرغالب	۴۵/۷۲±۲/۲۰					

* این علامت نشان‌دهندهٔ اختلاف معنادار است.

در جدول ۲ دو عدد ستاره‌دار سطح معناداری (P= ۰) برای هر دو اندام غالب و غیرغالب نشان‌دهندهٔ اختلاف معنادار بین گروه‌هاست. پس برای درک دقیق اختلاف‌ها از آزمون تعقیبی توکی استفاده خواهیم کرد. البته در اختلاف میانگین DL و NDL (درون‌گروهی)، اختلاف معناداری بین اندام غالب و غیرغالب فقط در فوتبالیست‌ها مشاهده شد (P= ۰/۰۴).

جدول ۳. نتایج آزمون تعقیبی برای اندام غالب و غیرغالب در چهار گروه

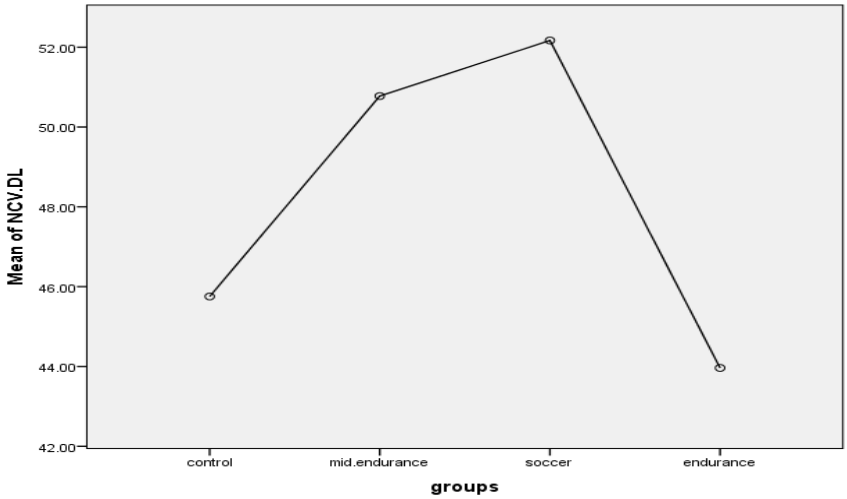
متغیرها		مقایسهٔ گروه‌ها	اختلاف میانگین‌ها	سطح معناداری
سرعت هدایت عصبی اندام غالب DL	کنترل	دوندگان نیمه‌استقامت	-۵/۰۲۲	۰/۰۰۲*
		فوتبال	-۶/۴۱۶	۰/۰۰*
		دوندگان استقامت	۱/۷۹۰	۰/۵۰۲
	دوندگان نیمه‌استقامت	کنترل	۵/۰۲۲	۰/۰۰۲*
		فوتبال	-۱/۳۹۳	۰/۶۹۲
		دوندگان استقامت	۶/۸۱۲	۰/۰۰*
	فوتبال	کنترل	۶/۴۱۶	۰/۰۰*
		دوندگان نیمه‌استقامت	۱/۳۹۳	۰/۶۹۲
		دوندگان استقامت	۸/۲۰۶	۰/۰۰*
	دوندگان استقامت	کنترل	-۱/۷۹۰	۰/۵۰۲
		دوندگان نیمه‌استقامت	-۶/۸۱۲	۰/۰۰*
		فوتبال	-۸/۲۰۶	۰/۰۰*
سرعت عدایت عصبی اندام غیرغالب NDL	کنترل	دوندگان نیمه‌استقامت	-۵/۰۰۳	۰/۰۰۲*
		فوتبال	-۴/۱۳۵	۰/۰۱۳*
		دوندگان استقامت	۱/۷۷۵	۰/۴۹۵
	دوندگان نیمه‌استقامت	کنترل	۵/۰۰۳	۰/۰۰۲*
		فوتبال	۰/۸۶۸	۰/۸۹۷
		دوندگان استقامت	۶/۷۷۸	۰/۰۰*
	فوتبال	کنترل	۴/۱۳۵	۰/۰۱۳*
		دوندگان نیمه‌استقامت	-۰/۸۶۸	۰/۸۹۷
		دوندگان استقامت	۵/۹۱۰	۰/۰۰*
	دوندگان استقامت	کنترل	-۱/۷۷۵	۰/۴۹۵
		دوندگان نیمه‌استقامت	-۶/۷۷۸	۰/۰۰*
		فوتبال	-۵/۹۱۰	۰/۰۰*

* این علامت نشان‌دهندهٔ اختلاف معنادار است.

در جدول ۳ اعداد ستاره‌دار مربوط به سطح معناداری، کمتر از مقدار خطای مجاز عدد (P= ۰/۰۵) و نشان‌دهندهٔ اختلاف معنادار بین گروه‌هاست. در متغیر سرعت هدایت اندام غالب بیشترین تفاوت‌ها مربوط به گروه کنترل در برابر فوتبال، استقامت در مقابل فوتبال و همین‌طور نیمه‌استقامتی‌ها در برابر استقامتی‌ها با سطح معناداری (P= ۰) است. بعد از آن گروه نیمه‌استقامت در مقابل کنترل هم با سطح معناداری (P=۰/۰۰۲)، اختلاف چشمگیر بین دو این دو گروه را اثبات می‌کند. اما سطح معناداری (P= ۰/۵۰۲) مربوط به دو گروه استقامت و کنترل نشان از نبود اختلاف معنادار بین دو گروه دارد. پس

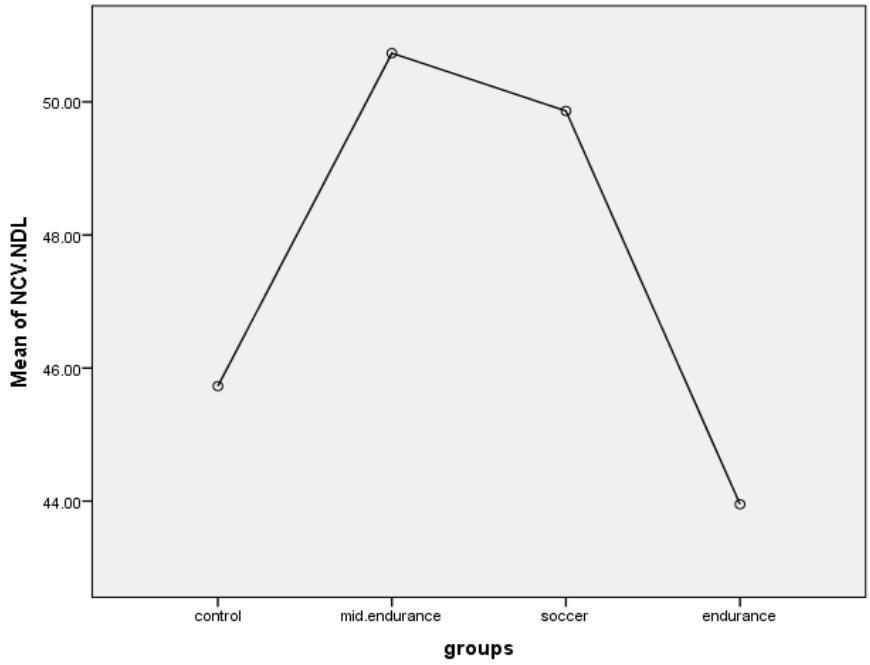
DL گروه‌های نیمه‌استقامت و فوتبال نسبت به کنترل دارای اختلاف معنادار است و سرعت هدایت بیشتر اما در مقایسهٔ گروه استقامت با گروه کنترل هیچ تفاوتی در سرعت هدایت DL دیده نشد.

داده‌های جدول در متغیر دوم یعنی سرعت هدایت اندام غیرغالب نشان می‌دهد که بیشترین اختلاف معنادار مربوط به نیمه‌استقامتی‌ها در برابر گروه استقامت و فوتبال در مقابل استقامت با سطح معناداری (P= ۰) است. پس از آن گروه کنترل در برابر دوندگان نیمه‌استقامت با سطح معناداری P= ۰/۰۰۲ و همین‌طور کنترل در مقابل فوتبال با سطح معناداری P= ۰/۰۱۳ اختلاف معناداری دارند. اما سطح معناداری P= ۰/۴۹۵ در مقایسهٔ دو گروه کنترل و استقامت مشخص می‌کند که تفاوت معناداری بین این دو گروه وجود ندارد. پس NDL گروه‌های نیمه‌استقامت و فوتبال نسبت به گروه کنترل دارای اختلاف معنادار و سرعت هدایت بیشتر است، اما در مقایسهٔ گروه استقامت با گروه کنترل هیچ تفاوتی در سرعت هدایت NDL دیده نشد.



نمودار ۱. مقادیر میانگین‌های سرعت هدایت عصبی اندام غالب چهار گروه

همان‌طورکه در نمودار ۱ ملاحظه می‌شود، بیشترین میانگین در اندام غالب مربوط به بازیکنان فوتبال و کمترین آن مربوط به دوندگان استقامت حتی کمتر از گروه کنترل.



نمودار ۲. مقادیر میانگین‌های سرعت هدایت عصبی اندام غیرغالب چهار گروه

نمودار ۲ نشان می‌دهد که بیشترین مقادیر میانگین در اندام غیرغالب مربوط به دوندگان نیمه‌استقامت و کمترین آن مربوط به دوندگان استقامت حتی کمتر از گروه کنترل است.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از این مطالعه مقایسهٔ سرعت هدایت عصبی اندام غالب و غیرغالب در ورزشکاران رشته‌های فوتبال- دونده‌های نیمه‌استقامت- دونده‌های استقامت سالم که برنامه‌های تمرینی منظمی را دنبال می‌کردند، بود. در متغیر سرعت هدایت اندام غالب بیشترین تفاوت‌ها مربوط به گروه‌های فوتبال در برابر کنترل و استقامت و همین‌طور نیمه‌استقامتی‌ها در برابر کنترل و استقامتی‌ها بود. اما داده‌های آماری مربوط به دو گروه استقامت و کنترل اختلاف معناداری را بین دو گروه نشان نداد. پس DL گروه‌های نیمه‌استقامت و فوتبال نسبت به کنترل دارای اختلاف معنادار و سرعت هدایت بیشتر بود، اما در مقایسهٔ گروه استقامت با گروه کنترل هیچ تفاوتی در سرعت هدایت DL دیده نشد. بدین معنا که مدل‌های

تمرینی ورزشکاران فوتبال و دوندگان نیمه‌استقامت موجب توسعهٔ هدایت عصبی DL می‌شود و بر پارامترهای الکترونروگرافی تأثیر دارد.

اما در متغیر هدایت عصبی مربوط به اندام غیرغالب بیشترین اختلاف معنادار مربوط به گروه‌های نیمه‌استقامتی‌ها و فوتبال در برابر گروه استقامت بود. پس از آن در گروه‌های نیمه‌استقامت و فوتبال در مقابل گروه کنترل هم تفاوت معناداری وجود داشت. اما مقایسهٔ بین دو گروه کنترل و استقامت مشخص می‌کند که تفاوت معناداری بین این دو گروه در اندام غیرغالب وجود ندارد. پس NDL گروه‌های نیمه‌استقامت و فوتبال نسبت به کنترل دارای اختلاف معنادار و سرعت هدایت بیشتر است، اما در مقایسهٔ گروه استقامت با گروه کنترل تفاوتی در سرعت هدایت NDL دیده نشد. بدین معنا که مدل‌های تمرینی ورزشکاران فوتبال و دوندگان نیمه‌استقامت موجب توسعهٔ هدایت عصبی NDL می‌شود و بر پارامترهای الکترونروگرافی تأثیر دارد. در ضمن در DL بیشترین میانگین سرعت هدایت مربوط به گروه فوتبال و کمترین آن مربوط به استقامتی و در NDL هم بیشترین میانگین مربوط به دوندگان نیمه‌استقامت و کمترین آن استقامتی‌ها بودند. از دلایل احتمالی این یافته‌ها این است که بازیکن فوتبال رشتهٔ فوتبال دارای محیط باز و تمرینات با الگوهای متنوع و محرک‌های ارائه‌شدهٔ فراوان (۲۷) که اغلب در تمرینات و مسابقات خود، بیشتر روی پای غالب متمرکزند (مثل ضربه‌زدن‌ها- دقت پاس و شوت‌ها- جابه‌جایی سریع توپ و خود) در مقایسه با دوندهٔ نیمه‌استقامت و استقامت که اغلب الگوهای تمرینی‌اش شامل دویدن و استفادهٔ یکسان از هر دو پا (خودکار شدن و مهارت‌های تکراری) است (۸،۲۱،۲۵،۳۱،۳۲). در تأیید موارد مطرح‌شده در مقایسهٔ سرعت هدایت درون‌گروهی اندام غالب (DL) و غیرغالب (NDL)، تفاوت معناداری بین DL و NDL فقط در گروه فوتبال وجود داشت و در باقی گروه‌ها تفاوت معناداری بین اندام غالب و غیرغالب گزارش نشد. این مورد با نتایج پژوهش‌های بورگس و همکاران ۲۰۱۳) همسوست (۶) و نتایج با پژوهش (پاولاک و کاسمارک۲۰۱۰) مغایر است. او در پژوهش خود به مقایسهٔ چند رشتهٔ ورزشی پرداخت که در NCV مربوط به DL وNDL ورزشکاران فوتبال تفاوتی گزارش نکرد که علت احتمالی آن ممکن است آزمودنی‌های او باشند که فوتبالیست‌های غیرحرفه‌ای بودند و شاید زمان کافی برای ایجاد سازگاری‌های عصبی را طی نکرده باشند. همچنین باید توجه داشت که عصب مورد ارزیابی در آن مطالعه تیبیال بوده که مثل سورال که در این پژوهش استفاده شد، حسی -عمقی نیست (۲۵)، زیرا اعصاب عمقی تحتانی رابطهٔ چشمگیرتری با مداخلهٔ تمرینی دارند (۲۹،۳۶).

اما در زمینهٔ توسعهٔ هدایت عصبی با تمرین مطالعاتی مانند شرما و همکاران (۲۰۱۶)، هویل و هویت (۱۹۸۳)، واتاناب و همکاران (۲۰۱۲) و بورگس و همکاران (۲۰۱۳)، میزان سرعت هدایت عصبی بالاتر در اشخاص تمرین‌کرده نسبت به افراد بی‌تمرین را گزارش کرده‌اند (۶،۱۷،۳۱،۳۶). نتایج پژوهش حاضر نیز نشان داد که میزان NCV ورزشکاران تمرین‌کردهٔ رشته‌های فوتبال و دو نیمه‌استقامت در مقایسه با گروه کنترل بی‌تمرین بالاتر بود که با نتایج پژوهش‌های یادشده همسوست. البته با توجه به اینکه در پژوهش حاضر، تفاوت معناداری بین میزان سرعت هدایت عصبی ورزشکاران استقامت و گروه کنترل مشاهده نشد، به‌نظر می‌رسد ویژگی‌های رشتهٔ ورزشی و نوع مدل تمرینی (رشته‌های ورزشی با شدت بالاتر و توانی‌تر) تأثیر بیشتری بر سرعت داشته باشند. همان‌طورکه در پژوهش‌های کامن و همکاران (۱۹۸۴)، تایپل و همکاران (۲۰۱۳)، آلکجائر و همکاران (۲۰۱۳) و بهرنس و همکاران (۲۰۱۴) گزارش شد (۲،۳،۹،۱۹،۳۲). کامن و همکاران (۱۹۸۴) NCV را در وزنه‌برداران بیش از بقیه و کمترین NCV را در دوندگان استقامت گزارش کردند (۱۹). به‌طور کلی ورزشکاران توانی NCV بالاتری نسبت به استقامتی‌کارها ارائه می‌دهند (۱۶،۲۸) که مطالعهٔ حاضر هم در مقایسهٔ ورزشکاران توانی و نیمه‌استقامتی همین نتیجه را گزارش کرد. در ورزش‌هایی مثل هندبال یا حتی هاکی، گزارش شده که کشش عصب می‌تواند در طول شوت پس از دور شدن و چرخش خارجی شانه یا حتی باز شدن مچ به‌وجود آید (۳۴) که به‌نظر می‌رسد این کشش و این عوامل به فشرده‌سازی تکمیلی عصب به‌علت انقباض عضلات محیطی و عضلات نزدیک به اپی‌کندیل داخلی آرنج کمک می‌کند و به توسعهٔ سرعت هدایت منجر می‌شود (۷). مشخص شده که افزایش نیروی خروجی به سرعت هدایت بیشتر منجر می‌شود (۲۰) که این پدیده با توقف در آستانه‌های مختلف زیر انقباض ارادی بیشینه، به عضله و نوع انقباض مربوط می‌شود (۴).

از سازوکارهای دیگر بیان‌شده برای عملکرد بهتر سرعت هدایت عصبی افراد ورزشکار و بی‌تمرین، می‌توان به پژوهش الام (۱۹۸۷) اشاره کرد که به‌نظر می‌رسد درصد چربی کمتر ورزشکاران با NCV رابطهٔ معکوس دارد و ممکن است موجب تسهیل عصبی و عملکرد بهتر دستگاه عصبی عضلانی شود (۱۱). وی و همکاران (۲۰۰۵) نیز گزارش کردند تمرین و اضافه‌بارهای تمرینی در تمرینات این ورزشکاران ممکن است به افزایش قطر تارهای عصبی و غلاف میلین کمک کند و به NCV بالاتر منجر شوند (۳۷). در آخر می‌توان گفت که توسعهٔ هدایت عصبی از راه‌های مختلفی به‌دست می‌آید. این پارامتر ممکن است در اثر افزایش قابلیت تحریک‌پذیری سارکولما و افزایش پمپ سدیم با توجه به

ویژگی مدل تمرینی دستخوش تغییر شود، هرچند محتوای آب درون‌سلولی هم دامنهٔ موج M مربوط به پارامترهای نوروگرافی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۵). همچنین تغییرات اندک در اندازهٔ تارها و تغییرات بسیار در تعداد تارها که در اثر فشار متمرکز نیروهای خارجی، کشش ناگهانی تارها و تحریک دوک عضلانی که با تمرینات شدت مناسب ایجاد می‌شود (۸)، می‌تواند عامل تأثیرگذار بر پارامتر هدایت عصب باشد. به‌نظر می‌رسد تمرین مقاومتی با شدت مناسب که به واماندگی و خستگی شدید منجر نشود و با تأکید بر سرعت انجام گیرد، نسبت به تمریناتی که با هدف قدرت ماکزیمم یا صرفاً هوازی انجام می‌گیرد، می‌تواند تأثیر چشمگیرتری بر سرعت هدایت اعصاب محیطی داشته باشد (۸،۳۵)، هرچند این دو تمرین در پژوهش‌هایی در توسعهٔ قدرت داوطلبانهٔ ایزومتریک یکسان عمل کرده‌اند (۳۸) و حتی تمرینات تعادلی مثل یوگا و تای چی در مقابل تمرینات قدرتی ماکزیمم بیشتر سبب بهبود سرعت هدایت عصبی در بیماران شده‌اند (۱۲) که این امر در آینده به پژوهش‌های بیشتری نیاز دارد. کنترل عصبی محیطی با تعیین اینکه چه تعداد و کدام واحدهای حرکتی در انقباض عضلانی درگیر شوند، سبب افزایش واحد حرکتی بیشتر و تولید نیروی بیشتر عضله می‌شود و در نهایت به عملکرد بهتر می‌انجامد (۲۷) که به‌نظر می‌رسد این همان ویژگی تمرینات مورد نظر پژوهش حاضر است که با سرعت زیاد، هایپرپلازی توأم با خون‌رسانی، دامنهٔ گسترده در همهٔ زوایای مفصلی انجام می‌گیرد؛ یعنی افزایش بار در این نوع تمرینات توانی موجب کوتاه شدن زمان انتقال پیام عصبی در سیناپس‌های عصبی-عضلانی و در نهایت بسیج سریع‌تر تارهای عضلانی مؤثر عضلات موافق و مخالف می‌شود که به اجرای مطلوب‌تر ختم می‌شود (۳،۹). براساس نتایج پژوهش حاضر می‌توان گفت که احتمالاً توسعهٔ هدایت عصبی در اندام تحتانی ورزشکاران اغلب در ورزش‌های با شدت بالاتر روی داده است، مانند ورزش‌های فوتبال و دوندگان نیمه‌استقامت که شاید به سیستم‌های انرژی یکسان آنها مربوط شود. تفاوت اندام غالب و غیرغالب در اندام تحتانی هم فقط در گروه فوتبال مشاهده شد که همان‌طورکه گفته شد، پای برتر و تمرکز روی آن در الگوهای برنامهٔ تمرینی بیشتر از رشته‌های صرفاً استقامتی با محرک‌های محیطی ثابت است. براساس نتایج پارامترهای عصبی در ورزشکاران فقط با روش‌های تمرینی و شدت‌های خاص توسعه می‌یابد و نسبت به افراد بی‌تمرین پارامترهای نوروگرافی بالاتری دارند که با توجه به تحقیقات دیگر که در تشابه با نتایج حاضر ذکر شد، جدا از تأثیر در ورزش حرفه‌ای، اهمیت برنامهٔ تمرینی منظم با شدت مناسب را در جلوگیری از اختلالات عصبی محیطی هم که از دیگر

یافته‌های پژوهش حاضر در مقایسهٔ یک ورزشکار و غیرورزشکار است، در توسعهٔ سلامت جامعه اثبات می‌کند.

منابع و مآخذ

1.Ache-Dias J, Dellagrana RA, Teixeira AS, Dal Pupo J, Moro AR (2016). "Effect of jumping interval training on neuromuscular and physiological parameters: a randomized controlled study". Appl Physiol Nutr metab. Jan;41(1):20-5.

2.Alkjaer T, Meyland J, Raffalt PC, Lundbye-Jensen J, Simonsen EB (2013). "Neuromuscular adaptations to 4 weeks of intensive drop jump training in well-trained athletes". Physiol Rep. Oct;1(5)

3.Behrens M, Mau-Moeller A, Bruhn S (2014). "Effect of plyometric training on neural and mechanical properties of the knee extensor muscles" . Int J Sports Med. Feb;35(2):101-19.

4.Bernardi M, Solomonow M, Baratta RV (1997) . "Motor unit recruitment strategy of antagonist muscle pair during linearly increasing contraction". Electromyogr Clin Neurophysiol 37: 3–12. PMID: 9063656

5.Blomfield, G. TR, Auckland BC (2003). "Applied Anatomy and Biomechanics in Sports". Fardanesh Pajohan Publications. 134-36

6.Borges L, leitão W, Ferreira J, Carvalho L (2013). "Measurement of motore nerve conduction velocity in three different sports". Rev Bras Med Esporte – Vol. 19, No 5

7.Byl C., Puttlitz C., Byl N., Lotz J., topp K (2002). "Strain in the median and ulnar nerves during upperextremity positioning. J". Hand. Surg. Am., 27: 1032-1040,

8.Çolak T, Bamaç B, Gönener A, Özbek A, Budak F (2005). "Comparison of nerve conduction velocities of lower extremities between runners and controls". J Sci Med Sport;8:403-10.

9.Damirchi A, Mohebi H, Hosseyni S A (2007). "The effect of isotonic exercises on the electroneurography parameters and voluntary contraction maximum in athletes". Olampic quartery IR, N 3, P 29

10.Deschenes MR, Sherman EG, Roby MA, Glass EK, Harris MB (2015). "Effect of resistance training on neuromuscular junctions of young and aged muscles featuring different recruitment patterns". J Neurosci Res. Mar;93(3):504-13.

11.Elam rP (1987). "Body fat and its relationship to tibial nerve conduction velocity in a specific population". JOSPT;8:495-7.

12.Enoka RM (1988). "Muscle strength and its development new receptive". Sport Med, 6(3), pp: 140-68

13."Ganong's review of Medical Physiology". 23rd edition. p. 295

14.Hammet, J.B. : T.H. willam (2003) . “neuromuscular adaptation to short-term(4weeks) ballistic training in trained higth school athletes”. J.strength & conditioning research, 17(3):556-560

15.Hortobayyi, T : N.J. lombert & J.P. hill (1997). “greater cross education following training with muscle lengthening than shortening”. Med. Sci. Sport Exerc, 29, 107-112

16.Hosseyni S.D. (2002) . “The effect of plyometric trainings on the electroneurography and electromyography parameters in the athletes”.Tarbiat Modares University of iran, faculty of Humanities. MS Thesis.

17.Hoyle rJ, Holt lE (1983). “Comparison of athletes and non-athletes on selected neuromuscular tests”. Aust J Sport Sci;3:13-18.

18.Hung J.W : chia W.L: pei W.W : shu H.Y : lin L.W (2009). “effect of 12-week tai chi chuan exercise on peripheral eripheral nerve mo ripheral nerve modulation in patients with type 2 diabetes mellitus”. Kor Diab. 34(2); 101-10.

19.Kamen G, Taylor P, Beehler PJ (1984). “Ulnar and posterior tibial nerve conduction velocity in athletes”. Int J Sports Med. 1984 Feb;5(1):26-30.

20.Karlsson JS, Ostlund N, Larsson B, Gerdle B (2003). “An estimation of the influence of force decrease on the mean power spectral frequency shift of the EMG during repetitive maximum dynamic knee extensions”. J Electromyogr Kinesiol 13: 461–468. PMID: 12932420

21.lastovka M (1969). “The conduction velocity of the peripheral motor nerves and physical training”. Act Nerve Super;11:308.

22.Mahaly Z (2013). “The effect of thi chi exercises on the nerves conduction velocity of lower organs related to female patients with multiple sclerosis”. Ferdowsi publication, MSc thesis.

23.Nemati karimavi, H.A. seyed nouzadi, S.M. hasanabadi, H (2006). “the effect of exercise on posterior tibial nerve conduction velocity”. Iranian journal of neurology.5(2).66-75

24.Oh SJ (2003). “Clinical electromyography: nerve conduction studies”. 3rd ed. Philadelphia: lippincott Williams & Wilkins, 123-30

25.Pawlak M , Kaczmarek D (2010). “Field hockey players have different values of ulnar and tibial motor nerve conduction velocity than soccer and tennis players”. Arch Ital Biol, Dec;148(4):365-76 .J Sports Med Phys Fitness. [2012, 52(2):212-220]

26.Rajabi, H (1995).” Neural adaptations with strength trainings”. Olympic Quarterly, Third yrs, number 3, 4

27.Richard A. Schmidt (1991).” Motor learning and performance from principles to practice”. First publish, P:122-26

28.Ross A, Mechael l, riek S (2001). “Neural Influences on sprint running: training adaptations and acute responses”. Sports Med;31:409-25.

29.Sarabzadeh M, Hejazi S.M, Bordbar Azari B (2016). “Evaluate of peripheral and central nerves on training different models”. Avaye Viyana Publications. 150-155.

30.Shaikhalislami D, Behpor N, Gayini A (2006). “The effect of six month chosen resistance training on the neuromuscular parameters in elite body building athletes”. Moition journal, summer quarterly, N 28.

31.Sharma D, Paudel BH, Khadka R, Thakur D, Shah DK, Sapkota NK, Yadav RL, Yadav PK (2016). “Nerve conduction studies in lower limbs of elite Nepalese football players: an insight into neural adaptations”. J Sports Med Phys Fitness. Feb 3: 17: 124-128

32.Taipale RS, Mikkola J, Vesterinen V, Nummela A, Häkkinen K (2013). “Neuromuscular adaptations during combined strength and endurance training in endurance runners: maximal versus explosive strength training or a mix of both”. Eur J Appl Physiol. Feb;113(2):325-35.

33.Teixeira F,d , Gonzalo R.F, Murua J.H, Bresciani G, Gutierrez A.J, Fernandez J.A (2011). “Elastic band training for multiple sclerosis patients”. J. Phys. Ther. Sci. 23: 307–311

34.Topp K.S. and Boyd B.S (2006). “Structure and biomechanics of peripheral nerves: nerve responses to physical stresses and implications for physical therapist practice”. Phys. Ther., 86: 92-109,

35.Wallace C, Winchester JB, McGuigan MR (2006). “Effects of elastic bands on force and power characteristics during the back squat exercise”. J Strength Cond Res, 20: 268–272.

36.Watanabe T , Sakakibara N , Sugimori H , Yabumoto T , Takeyama T , Takemura M , Seishima M , Matsuoka T (2012). “Effect of long-term physical exercise of peripheral nerve: comparison of nerve conduction study and ultrasonography”. J sport med phys fitness. Apr: 52(2): 212-20

37.Wei SH, Jong YJ, Chang YJ (2005). “Ulnar nerve conduction velocity in injured baseball pitchers”. Arch Phys Med rehabil;86:21-5.

38.Zion ES, De Meersman AS, Diamond DS, Bloomfield MA.(2003). “Home-based resistance-training program using elastic band for elderly patients with orthostatic hypotension”. Lin auton Res.13(4):286-92.