دوفصلنامه جامعه‌شناسی و مدیریت سبک زندگی، سال چهارم، شماره یازدهم، بهار و تابستان ۹۷، صفحات۴۳-۶۲

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۲/۰۴ تاریخ پذیرش نهایی: ۹۸/۰۳/۳۱

بررسی نقش پیش‌بینی کنندگی سازوکارهای عصبی عضلانی با تعادل پویا در سبک زندگی مردان دارای اضافه وزن

مهتا اسکندرنژاد[۱]
امیر قیامی راد[۲]
وحید حسن‌پور[۳]

چکیده

حفظ عملکرد جسمانی مستقل در سراسر زندگی بسیار مهم است. عوامل مؤثر بر عملکرد مستقل شامل قدرت عضلانی کافی اندام تحتانی، راه رفتن کارآمد و ایمن و عملکرد تعادلی خوب است. تحقیق حاضر باهدف بررسی نقش پیش‌بینی کنندگی سازوکارهای عصبی-عضلانی با تعادل پویا در سبک زندگی مردان دارای اضافه‌وزن است. در این مطالعه نیمه تجربی، از میان دانشجویان غیر ورزشکار دارای اضافه‌وزن (شاخص توده بدنی بین ۲۵ تا ۳۰ کیلوگرم بر مترمربع) دانشگاه تبریز، تعداد ۳۰ نفر به‌صورت دسترس و هدفمند انتخاب شدند. میزان تعادل پویا به‌وسیله دستگاه تعادل سنج پویا، حس-عمقی و دامنهٔ حرکتی با استفاده از دستگاه الکتروگونیامتر و قدرت عضلات پایین‌تنه و حس نیروی مفصل با استفاده از دستگاه دینامومتر دیجیتالی مورد ارزیابی قرار گرفت. درنهایت، جهت

۱. دانشیار رفتار حرکتی ورزشی، دانشگاه تبریز، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، تبریز، ایران
۲. استادیار رفتار حرکتی ورزشی، دانشگاه تبریز، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، تبریز، ایران
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد رفتار حرکتی ، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران (نویسنده مسئول) vahid.hassanpour1991@gmail.com

آزمون فرضیات از ضریب همبستگی پیرسون و رگرسیون در سطح معناداری ۰/۰۰۰۱ از نرم‌افزار SPSS18 استفاده شد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد، بین قدرت عضلات پایین‌تنه، حس نیروی مفصل، دامنهٔ حرکتی و حس عمقی زانو با تعادل پویا ارتباط معناداری وجود دارد. همچنین، نتایج رگرسیون نشان داد که با استفاده از متغیرهایی مانند حس-عمقی و قدرت می‌توان تغییرات تعادل افراد دارای اضافه‌وزن را پیش‌بینی کرد. بر اساس نتایج مطالعه حاضر، بهبود قدرت عضلات پایین‌تنه و کاهش خطای حس عمقی در افراد دارای اضافه‌وزن، ممکن هست باعث بهبود تعادل پویا گردد.

کلمات کلیدی: قدرت عضلانی، حس عمقی، دامنهٔ حرکتی، حس نیروی مفصل، تعادل پویا، اضافه‌وزن.

مقدمه

چاقی و اضافه‌وزن، یکی از معضلات و مشکلات اصلی مرتبط با سلامتی در دنیای امروز است و بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته و کمتر توسعه‌یافته با آن درگیر هستند. افراد چاق و دارای اضافه‌وزن تقریباً ۰/۷ تا ۲/۸ درصد از کل هزینه‌های بهداشتی کشورها را به خود اختصاص می‌دهند و هزینه مراقبت‌های سلامتی این افراد حدود ۳۰ درصد بیشتر از افراد سالم است (ویترو و همکاران، ۲۰۱۱). جلوگیری از بروز چاقی در دوران کودکی و نوجوانی نه تنها به دلیل عوارض جسمی و روانی زودرس آن است، بلکه به دلیل افزایش چاقی بزرگ‌سالی، مرگ‌ومیر و بار هزینهٔ اقتصادی سنگین آن بر اجتماع می‌باشد. مطالعات نشان می‌دهند چاقی دوران بزرگ‌سالی ارتباط مستقیم با چاقی دوران کودکی دارد (بورکی، ۲۰۰۷)؛ ازاین‌رو کاهش تعادل و حس عمقی افراد چاق و اضافه‌وزن یکی از عواملی که ممکن است به‌طور قابل توجهی توسط چاقی، اضافه‌وزن و فشارهای ناشی از آن بر مفصل زانو اثر کند. (هان جی و همکاران، ۲۰۱۶).

در این راستا، تعادل عبارت است از توانایی حفظ مرکز فشار بدن[1] (COP) در محدوده سطح اتکا و حفظ آن طی فعالیت که با کنترل پاسچر و راهبردهای واکنشی و پیش‌بینی کننده ارتباط دارد. تعادل پدیده‌ای پویا شامل ترکیب ثبات و حرکت است و برای نگهداری وضعیت هماهنگ و کنترل‌شده بدن در فضا حین ثبات یا حرکت بدن ضروری است (هس و ولاکات، ۲۰۰۵). تعادل به دو صورت ایستا و پویا است. تعادل ایستا توانایی فرد در حفظ سطح اتکا با انجام کوچک‌ترین جنبش و حرکت است، درصورتی‌که تعادل پویا[2] توانایی فرد در انجام یک فعالیت حین حفظ یک وضعیت باثبات است. این توانایی تحت تأثیر سه عامل مهم اطلاعات حسی[3] (سیستم بینایی، دهلیزی و حس پیکری)، دامنه

1. Center of Pressure
2. Balance dynamic
3. sensory

حرکتی مفاصل و قدرت عضلانی است (هس و ولاکات، ۲۰۰۵). کاهش حس عمقی و تعادل یکی از پیامدهای اجتناب‌ناپذیر ناشی از چاقی، اضافه‌وزن و فشارهای ناشی از آن بر مفصل زانو است (هان جی و همکاران، ۲۰۱۶).

ازاین‌رو گیرنده‌های حس عمقی وظیفه ایجاد آگاهی از وضعیت حرکت و تعادل قسمت‌های مختلف بدن را نسبت به یکدیگر بر عهده دارد (نوپ و همکاران، ۲۰۱۱)؛ به عبارت دیگر، حس عمقی یا احساس حرکت شامل تعیین درونداد حسی با استفاده از اطلاعات به‌دست‌آمده از گیرنده‌های عضلانی، تاندون و مفاصل است که جهت، شدت و سرعت حرکت مفصل را به‌خوبی برای دستگاه عصبی مرکزی ترسیم می‌کنند (نوپ و همکاران، ۲۰۱۱). از سوی دیگر، برخی مطالعات از تمرینات بهبود دهندهٔ حس عمقی به‌عنوان تمرینات تعادلی یاد کرده‌اند (بونتون و همکاران، ۱۹۹۳، سیلوا و همکاران، ۲۰۱۰). در این راستا، برخی مطالعات نشان داده‌اند که بین فقدان انعطاف‌پذیری مناسب (به ویژه در عضلات چهار سر ران و همسترینگ)، قدرت عضلات تحتانی، تغییر در سبک زندگی، ضعف در راه رفتن و نداشتن تعادل مناسب در افراد چاق و دارای اضافه‌وزن رابطه و همبستگی معناداری وجود دارد (ایواموتو و همکاران، ۲۰۰۹، چانگ و همکاران، ۲۰۱۰).

در ارتباط بین قدرت عضلانی و تعادل و نقش تمرینات استقامتی بر بهبود تعادل در افراد دارای اضافه‌وزن بلکبرن و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که افزایش قدرت ناشی از تمرینات استقامتی می‌تواند از طریق افزایش حساسیت گیرنده‌های عضلانی نسبت به تغییرات طول عضلانی و کاهش تأخیر الکترومکانیکی (از بازتاب کشیدگی دوک عضلانی)، کنترل عصبی-عضلانی و تعادل را افزایش دهد (بلکبرن و همکاران، ۲۰۰۰).

همچنین، افزایش قدرت عضلانی رابطهٔ مستقیمی با حفظ تعادل بدن دارد. مطالعات متعددی بر مطالعات مداخله‌ای چندوجهی برای بهبود قدرت عضلانی و تعادل عملکردی در افراد مسن‌تر برای کاهش خطر افتادن تمرکز کرده‌اند (پرتلا، ۱۹۹۷). با وجود اینکه تحقیقاتی زیادی ارتباط بین قدرت و تعادل را بررسی کرده‌اند؛ اما نتایج حاصل از این مطالعات گاه متناقض است. برخی مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات قدرتی تعادل را بهبود می‌بخشد (هیروسموس، ۲۰۱۱؛ هس و ولاکات، ۲۰۰۵).

همچنین حفظ عملکرد جسمانی مستقل در سرتاسر زندگی بسیار مهم است. عوامل مؤثر بر عملکرد مستقل شامل قدرت عضلانی کافی اندام تحتانی، راه رفتن کارآمد و ایمن و عملکرد تعادلی خوب است (سورور و همکاران، ۲۰۰۶). به‌عنوان نمونه، پائوس و همکاران (۲۰۱۰)، گزارش کردند که افراد دارای دقت حسی (بینایی و حسی عمقی) پایین‌تر، در تشخیص نوسان ضعیف‌تر عمل می‌کنند و درنتیجه عضلات آنها نمی‌توانند پاسخ مناسب را برای کنترل نوسان بدن و تعادل ارائه کنند (پائوس و همکاران، ۲۰۱۰). در مقابل، بادری و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که افراد با عضلات اندام تحتانی ضعیف، پایداری و ثبات پاسچرال نامناسب، اگرچه قادرند نوسان را به‌درستی تشخیص دهند؛ اما نمی‌توانند گشتاور عضلانی تثبیت‌کننده مناسبی را برای کنترل بی‌تعادل ایجاد کنند (بادری و همکاران، ۲۰۰۷).

حفظ دامنهٔ حرکتی کامل و بدون محدودیت در زندگی عادی روزانه، ضرورتی شناخته شده است، عدم انعطاف‌پذیری درنتیجه کنترل عصبی عضلانی سبب برهم خوردن تعادل می‌شود (شیاکشیورور و همکاران، ۲۰۱۱). برای ثبات و جهت‌یابی در کنترل پاسچر، به تأثیر متقابل و پیچیدهٔ سیستم عضلانی- اسکلتی و سیستم عصبی نیاز است، اجزای سیستم

عضلانی- اسکلتی شامل دامنهٔ حرکتی، انعطاف‌پذیری ستون فقرات و ارتباط بیومکانیکی بین اتصالات بخشی‌های مختلف بدن است (والرن و همکاران، ۲۰۱۳). ازآنجایی‌که کم‌تحرکی و عدم فعالیت‌های جسمانی یکی از عوامل بروز اضافه‌وزن محسوب می‌شود که باعث پایین آمدن کیفیت شاخص‌های آمادگی جسمانی (تعادل، قدرت عضلات، انعطاف‌پذیری) و انواع بیماری‌ها می‌شود. نداشتن آمادگی جسمانی مناسب باعث ضعف در راه رفتن و نداشتن تعادل مناسب در افراد می‌شود. همچنین با توجه به نقش تعادل در بسیاری از فعالیت‌های روزمره و به خطر افتادن سلامتی، در صورت نداشتن سطح تعادل کافی می‌شود و با توجه اینکه در بیشتر پژوهش‌های انجام گرفته، رابطهٔ تعادل با عوامل آمادگی مرتبط با سلامتی و تندرستی همچون قدرت عضلانی، حس عمقی و دامنهٔ حرکتی به‌صورت مجزا بررسی شده است و خلأ انجام تحقیقی جامع درزمینهٔ بررسی عوامل مرتبط با تعادل در مردان دارای اضافه‌وزن و جود دارد و با توجه به ناهمخوانی یافته‌ها و اندک بودن پژوهش‌ها در این راستا مطالعه حاضر با هدف تعیین نقش پیش‌بینی کنندگی سازوکارهای عصبی عضلانی با تعادل پویا در مردان دارای اضافه‌وزن انجام شد.

روش تحقیق

تحقیق حاضر، از نوع پژوهش کمی و از لحاظ گردآوری داده‌ها در زمرهٔ پژوهش‌های تجربی از نوع نیمه آزمایشی است؛ و روش نمونه‌گیری به‌صورت هدفمند و در دسترس است. جامعه آماری مطالعه، دانشجویان غیرفعال و دارای اضافه‌وزن خوابگاه دانشگاه تبریز تعداد ۴۰ نفر بر اساس (شاخص توده بدنی بین ۲۵ تا ۳۰ کیلوگرم بر مترمربع) انتخاب شدند. سپس، بر اساس معیارهای ورود به تحقیق تعداد ۳۰ نفر دارای اضافه‌وزن با میانگین و انحراف استاندارد سنی ۱/۷±۲۶/۶ سال، قد ۴/۲±۱۷۵/۹۰ سانتی‌متر، وزن ۶/۰۷±۸۳/۷ کیلوگرم، شاخص توده بدنی ۱/۵±۲۷/۳۵ کیلوگرم بر مترمربع، داشتن دامنه سنی ۲۴ الی ۳۰ سال،

نداشتن حداقل ۳ سال سابقه ورزشی داوطلبانه به‌عنوان آزمودنی انتخاب شدند. در یک روند کلی، در ۲ روز متوالی (صبح و عصر) آزمون، پس از اندازه‌گیری قد و وزن به ترتیب، میزان تعادل پویا به‌وسیله دستگاه تعادل سنج پویا ، میزان دامنهٔ حرکتی زانو و حس عمقی با استفاده از دستگاه الکتروگونیامتر و قدرت عضلات پایین‌تنه با استفاده از دستگاه دینامومتر دیجیتالی مورد ارزیابی قرار گرفت.

اندازه‌گیری حس عمقی زانو: حس وضعیت مفصل زانوی پای غالب آزمودنی‌ها از طریق بازسازی زوایای ۳۰ و ۶۰ درجه با چشم بسته برای جلوگیری از ارسال پیام‌های بینایی به سیستم عصبی مرکزی به‌طور فعال ارزیابی شد. در تحقیق حاضر، حس وضعیت مفصل زانو در حالت ایستاده و تحمل وزن ارزیابی شد. برای اندازه‌گیری این زوایا از یک دستگاه الکتروگونیامتر بایومتریکس ساخت کشور انگلستان با دقت ۰/۱ درجه استفاده شد (پرتلا، ۱۹۹۷).

اندازه‌گیری دامنهٔ حرکتی زانو: برای اندازه‌گیری دامنهٔ حرکتی خم شدن زانو، از آزمودنی خواسته شد به پشت روی میز معاینه دراز بکشد. پاها را در وضعیت آناتومیکی قرار دهد و به‌صورت فعال با حرکت دادن پاشنه به طرف باسن، حرکت خم شدن زانو را انجام دهد. مرکز گونیامتر بر روی اپی کندیل خارجی ران بازوی ثابت موازی محور طولی ران به طرف تروکانتر بزرگ و بازوی متحرک موازی محور طولی نازک نی به طرف قوزک خارجی قرار می‌گرفت (بوک و همکاران، ۲۰۱۳).

اندازه‌گیری تعادل: برای سنجش تعادل از دستگاه تعادل سنج پویا (Dynamic Balance) مدل (ENC) ساخت کشور کره استفاده شد. زمان مرجع برای این آزمون ۳۰ ثانیه در نظر گرفته شد. آزمودنی برای حصول بهترین نتیجه سه بار آزمون را تکرار گردید. برای آزمودنی مدت‌زمانی که توانسته است طی این مدت معلق باقی بماند، به‌عنوان امتیاز وی در این آزمون ثبت شد (کارپس و همکاران، ۲۰۰۸).

اندازه‌گیری قدرت پایین‌تنه: برای سنجش قدرت عضلات پایین‌تنه از دستگاه دینامومتر دیجیتالی مدل DHD-3 استفاده شد. دقت اندازه‌گیری این دستگاه ۰/۱ کیلوگرم و نوع اندازه‌گیری این دستگاه ایزومتریک بود. این دستگاه شامل نرم‌افزار، استند جعبه کنترل و سازه است و قابلیت نمایش قدرت حداکثری، توان، استقامت عضلانی و ضریب خستگی را دارد و دارای قابلیت تنظیم طول زنجیر به منظور سنجش پروتکل‌های مختلف آزمون است. برای اندازه‌گیری قدرت عضلات پایین‌تنه آزمودنی به‌صورت ایستاده زانوهای خود را خم می‌کند و با راست کردن زانوها دسته را می‌کشد. آزمون دو بار تکرار شد یک بار با زنجیر کوتاه یک بار با زنجیر بلند و میانگین آنها ثبت شد و هر حرکت را سه بار انجام دادند که میانگین رکوردها ثبت شد. (مینهوت و همکاران، ۲۰۱۲).

اندازه‌گیری حس نیروی مفصل: اندازه‌گیری حس نیرو از طریق بازسازی نیروی هدف انجام شد. ابتدا حداکثر قدرت عضلات پایین‌تنه در وضعیت ایستاده طی ۳ بار با دستگاه دینامومتر دیجیتالی برای اندازه‌گیری عضلات همسترینگ انجام شد. پس از آزمون حداکثر قدرت، برای جلوگیری از خستگی استراحت به آزمودنی داده شد؛ و در ادامه خطای ۵۰٪ حداکثر قدرت عضلات پایین‌تنه به‌عنوان نیروی هدف در نظر گرفته شد (بلو و همکاران، ۲۰۱۴).

روش آماری: جهت آنالیز آماری از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ استفاده شد. سطح معناداری در سراسر تحقیق در سطح ۹۵ درصد با آلفای کوچک‌تر یا مساوی ۰/۰۵ در نظر گرفته شد با توجه به نرمال بودن داده‌ها که توسط آزمون شاپیروویلک مشخص شد، جهت بررسی ارتباط و پیش‌بینی بین متغیرها از ضریب همبستگی پیرسون و رگرسیون استفاده شد.

نتایج

میانگین و انحراف استاندارد اطلاعات توصیفی در جدول ۱ و میانگین و انحراف استاندارد دیگر متغیرهای اندازه‌گیری شده و نتایج آزمون همبستگی پیرسون برای بررسی رابطهٔ بین متغیرها با تعادل پویا در جدول ۲ آمده است.

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد سن، قد، وزن، ترکیب بدن، تعادل پویا آزمودنی‌ها

متغیر	(میانگین ± انحراف استاندارد)
سن (سال)	۲۶/۶±۱/۷
قد (سانتی‌متر)	۱۷۵/۹۰±۴/۲۲
وزن (کیلوگرم)	۸۳/۷۰±۶/۰۷
BMI(کیلوگرم بر مترمربع)	۲۷/۳۵±۱/۵
تعادل پویا (ثانیه)	۱۱/۲۵±۲/۲۹

جدول ۲ . میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای موردااندازه‌گیری و نتایج آزمون همبستگی پیرسون برای بررسی رابطهٔ بین متغیرها با تعادل پویا

متغیر	میانگین±SD	تعادل	
		ضریب همبستگی پیرسون	سطح معناداری
حس عمقی (درجه)	۵/۳۴± ۱/۵۰	-۰/۵۴۷	۰/۰۱۱
دامنهٔ حرکتی (درجه)	۱۲۵/۹۱± ۲/۹۱	۰/۵۳۵	/۰۰۲
قدرت عضلات (نیوتن)	۱۰۳/۸±۸/۲۲	۰/۴۳۷	۰/۰۴۹
خطای نیروی مفصل (نیوتن)	۹/۶۵±۲/۳۰	-۰/۳۶۳	۰/۰۱۶

SD انحراف استاندارد

نتایج نشان داد بین متغیر خطای حس عمقی و حس نیروی مفصل با تعادل رابطه منفی و معناداری و جود دارد. همچنین بین متغیر قدرت عضلانی و دامنهٔ حرکتی با تعادل رابطهٔ مثبت و معناداری وجود دارد. با افزایش قدرت عضلانی و دامنهٔ حرکتی تعادل افراد بهبود می‌یابد. چنانچه متغیرها همبستگی پایین ۰/۷ داشته باشند مجاز به ورود به تحلیل رگرسیون هستند (دلاور، ۱۳۹۶).

جدول ۳. نتایج خلاصه مدل رگرسیونی

مدل	R	(تعیین Rمجذور ضریب)	ضریب تعیین تعدیل شده	خطای معیار تخمین
۱	۰/۷۲۸	۰/۵۳۰	۰/۴۵۵	۱/۶۹

با استفاده از نتایج جدول ۳ می‌توان دریافت که میزان تبیین تعادل با استفاده از متغیرهای پیش‌بین (R=۷۲۸) می‌باشد؛ که این مقدار نشان‌دهنده قابلیت پیش‌بینی در حد زیاد است.

جدول ٤. تحلیل واریانس (ANOVA) برای بررسی ضریب تعیین تعادل

مدل	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	آماره F	سطح معناداری
رگرسیون	۸۰/۸٤	٤	۲۰/۲۱	۷/۰٤	۰/۰۰۱
تعیین	۷۱/۷۵	۲۵	۲/۸۷		
کل	۱۵۲/۵۹	۲۹			

جدول ۵. نتایج تحلیل رگرسیونی متغیرهای پیش‌بین بر متغیر ملاک (تعادل)

مدل	ضریب بتای غیر استانداردی	خطای استاندارد	ضریب بتای استاندارد شده	t	معناداری
مقدار ثابت	۰/۲۵۱	۱۵/۳۵		۰/۶۷۴	۰/۹۸
قدرت عضلات	۰/۱۳	۰/۰۴۹	۰/۴۶	۲/۶۳	۰/۰۱۴
حس-عمقی	۰/۷۷۹	۰/۲۵	۰/۵۱	۳/۰۷	۰/۰۰۵
حس نیرو	۰/۱۶۳	۰/۱۵۴	۰/۱۶۴	۱/۰۶	۰/۲۹۸
دامنهٔ حرکتی	۰/۰۶۱	۰/۱۴۴	۰/۰۷	۰/۴۲۶	۰/۶۷۴

با توجه به نتایج جدول ۵ از بین متغیرهای مستقل پژوهش متغیرهای قدرت عضلانی با ضرایب مسیر و آماری (ß=۰/۱۳ و t=۰/۴۶) و حس-عمقی (ß=۰/۷۷۹ و t=۰/۲۵) در سطح معناداری (۰/۰۰۱) دارای قدرت پیش‌بینی متغیر وابسته پژوهش (تعادل) را داشتند؛ و متغیرهای خطای حس نیرو (ß=۰/۱۶۳ و t=۰/۱۵۴) و (ß=۰/۰۶۱ و t=۰/۱۴۴) دارای قدرت پیش‌بینی متغیر (تعادل) نیستند. این مطلب بدان معناست که با استفاده از متغیرهای پیش‌بین قدرت عضلانی و حس-عمقی می‌توان میزان تغییرات متغیر وابسته (تعادل) را در سطح مناسبی از دقت پیش‌بینی کرد؛ ازاین‌رو، با استفاده از ضرایب پیش‌بین به‌دست‌آمده برای هر یک از متغیرها (X) و ارتباط آن با تعادل می‌توان معادله رگرسیونی را به‌صورت زیر نوشت:

$$Y=۰/۲۵۱+۰/۱۳\ X_1+۰/۷۷۹\ X_2+۰/۱۶۳\ X_3+۰/۰۶۱\ X_4$$

بحث و بررسی

بر اساس نتایج تحقیق، ارتباط معنادار و مثبتی بین نمرات تعادل پویا با قدرت عضلات پایین‌تنه و دامنهٔ حرکتی زانو وجود دارد و همچنین بین نمرات تعادل پویا با خطای حس عمقی و حس نیروی مفصل ارتباط معنادار و منفی مشاهده شد؛ به عبارت

دیگر با کاهش خطای حس-عمقی و حس نیرو مفصل تعادل افراد بهبود می‌یابد. تحقیق حاضر با مطالعهٔ لی و همکاران ۲۰۰۹، شیاکشیورور و همکاران ۲۰۱۱، بوتلر و همکاران ۲۰۰۸ و باچسون و همکاران ۲۰۱۵ هم‌راستا است؛ اما با نتایج ترپ و همکاران (۲۰۰۸) که ارتباط بین قدرت و تعادل را در زنان و مردان بررسی و عدم ارتباط تعادل و قدرت را گزارش کردند (ثرپ و همکاران، ۲۰۰۸) ناهمسو است، دلایل متضاد بودن نتایج تحقیقی را می‌توان به نوع آزمون تعادلی در دو مطالعه نسبت داد که در مطالعهٔ آنها برای اندازه‌گیری تعادل از آزمون رومبرگ[1] و برای اندازه‌گیری تعادل پویا از آزمون[2] TUG استفاده شده است.

هیروسموس ۲۰۱۱ در تحقیق دیگر بیان می‌کند افزایش قدرت عضلات اندام تحتانی می‌تواند سبب افزایش تعادل پویا شود (هیروسموس، ۲۰۱۱). همچنین شیاکشیورور و همکاران، ۲۰۱۱ با بررسی ارتباط بین تعادل با قدرت و دامنهٔ حرکتی برای ارتقای عملکرد افراد، پیشگیری از افتادن و آسیب ناشی از کاهش تعادل گزارش کردند که کاهش دامنهٔ حرکتی و قدرت، توانایی بازیافت سریع تعادل را پس از به هم خوردن آن کاهش می‌دهد (شیاکشیورور و همکاران، ۲۰۱۱)؛ ازاین‌رو جهت رسیدن به تعادلی مناسب و کنترل وضعیت بدنی، اعمال نیروی بدن به تنهایی کافی نیست. تعادل یک واکنش حرکتی نمونه است که به یکپارچگی محرک‌های دریافتی از سیستم حسی حرکتی وابسته است. به عبارتی سیستم اعصاب مرکزی برای اینکه بتواند به‌موقع و به‌صورت مناسب جهت کنترل تعادل، دستور فعالیت لازم را به عضلات بدهد، باید از موقعیت بدن در فضا و از ساکن بودن و یا در حال حرکت بودن آن آگاه باشد. این اطلاعات توسط گیرنده‌های حس‌های

1. Romberg
2. Timed Up And Go

بینایی، وستیبولار و حس عمقی (گیرنده‌های پوستی، مفاصل و عضلات) به سیستم اعصاب مرکزی می‌رسد و وضعیت بدن را مشخص می‌کند (پاتلار و همکاران، ۱۹۹۰).

همچنین لی[1] و همکاران (۲۰۰۹) به ارزیابی تأثیر عواملی چون سستی زانو، حس عمقی و قدرت عضلانی بر تعادل پویا در حالت ایستاده بر روی یک پا در افراد مبتلا به آسیب‌های مزمن رباط صلیبی قدامی پرداختند. نتایج مطالعهٔ این محققان نشان داد که حفظ وضعیت مفصل به‌صورت غیرفعال ارتباط معناداری با تعادل پویای آزمودنی‌ها ندارد، درحالی‌که حس حرکت ارتباط معناداری با تعادل پویا نشان داد. آنها گزارش کردند که این نتایج ممکن است به وسیلهٔ عوامل متفاوتی که دو نوع تعادل احتیاج دارند توجیه گردد و بیان کردند که تعادل پویا عمدتاً نیازمند درونداد گیرنده‌های با تطابق سریع[2] هستند و این گیرنده‌ها عموماً در آزمون حس حرکت فعال می‌گردند (کاچورا و همکاران، ۲۰۱۳).

ناشتر فرضیهٔ سازمان‌دهی حسی[3] را ارائه کرد که طبق نظر ایشان، سیستم اعصاب مرکزی با پردازش داده‌های گرفته شده از سیستم‌های بینایی، وستیبولار و حس عمقی قادر به تنظیم سازوکار مناسب جهت کنترل تعادل است. اختلال در داده‌های حسی به‌دست‌آمده از سیستم حسی که وضعیت و موقعیت بدن را گزارش می‌دهند، می‌تواند باعث عدم تعادل و ثبات شود و یا به عبارتی تغییر در تعادل می‌تواند نشان‌دهندهٔ تغییر در هرکدام از سیستم‌های مذکور باشد. همچنین ریبرو[4] و اولویرا[5] (۲۰۰۷) گزارش دادند که حس عمقی مهم‌ترین و اصلی‌ترین سیستم

1. Lee
2. Quick-Adapting
3. Sensory Organization
4. Ribeiro
5. Oliveira

برای کنترل حسی تعادل است و از طریق دو سازوکار فیدبک و فید فوروارد به ثبات بدن و مفاصل کمک می‌کند (رسوا اولرور، ۲۰۰۷).

از سوی دیگر نظریه‌ای که اساس کار محققین در مطالعه حرکت و تعادل واقع شده هست «تئوری سیستم ها» است. طبق تئوری سیستم ها توانایی کنترل وضعیت بدن در فضا، ناشی از اثر متقابل، هم‌زمان و پیچیدهٔ سه سیستم عصبی، عضلانی و اسکلتی است که درمجموع سیستم کنترل پاسچر نامیده می‌شود (بارسل و همکاران، ۲۰۰۷). این سیستم، کنترل پاسچر جهت حفظ تعادل و متعاقب آن ایجاد حرکت را مستلزم تلفیق داده‌های حسی، جهت تشخیص موقعیت بدن در فضا و همین‌طور توانایی سیستم عضلانی اسکلتی برای اعمال مناسب نیرو می‌داند. طبق این تئوری عوامل عضلانی اسکلتی مؤثر در تنظیم تعادل، شامل مواردی مانند خصوصیات و ویژگی‌های عضله، دامنهٔ حرکت مفصل، حس عمقی و ارتباط بیومکانیکی قسمت‌های مختلف بدن است (ذاقری، ۲۰۰۴). در مطالعات پائوس و همکاران (۲۰۱۰)، بادری و همکاران (۲۰۰۷) ارتباط هماهنگ بین قدرت و حس عمقی با تعادل را گزارش کرده‌اند که با افزایش خطای حسی (بینایی و حسی عمقی) تشخیص نوسان افراد ضعیف‌تر می‌شود، در نتیجه نمی‌توانند پاسخ‌دهی عضلانی مناسبی برای کنترل نوسان بدن و حفظ تعادل تولید کنند. در مقابل افراد با عضلات اندام تحتانی ضعیف و پایداری و ثبات پاسچرال نامناسب، اگرچه قادرند نوسان را به‌درستی تشخیص دهند؛ اما نمی‌توانند گشتاور عضلانی تثبیت‌کننده مناسبی را برای کنترل عدم تعادل ایجاد کنند (پائوس و همکاران، ۲۰۱۰؛ بادری و همکاران، ۲۰۰۷).

اطلاعات داخلی مربوط به حرکت و وضعیت بخش‌های بدن از طریق گیرنده‌های مکانیکی[1] تأمین می‌شود که دامنه این گیرنده‌ها از انتهای عصبی آزاد تا گیرنده‌های اختصاصی

1. Mechanorecptors

قرار گرفته داخل عضلات، مفاصل و پوست است. هریک از این انواع گیرنده‌ها یک پیام‌آورانی را فراهم می‌کند که برای کنترل حرکت مفید است (باچسون و همکاران، ۲۰۱۵). گیرنده‌های حس عمقی، گیرنده‌هایی هستند که در داخل عضلات، لیگامان‌ها، مفاصل و بافته‌ای پیوندی قرار گرفته‌اند و نه تنها درباره نحوه قرارگیری بخش‌های مختلف بدن نسبت به یکدیگر و نسبت به بیرون اطلاعات می‌دهند بلکه میزان سرعت وجهت حرکت را نیز گزارش می‌دهند. ارگان‌های تماسی، لمس، فشار و لرزش را کشف کرده و بر روی تعادل و حرکت تأثیرگذارند (بوتلر و همکاران، ۲۰۰۸). محققان گزارش کردند که کاهش حسی عمقی منجر به نوسان بدن، کاهش تعادل و افزایش خطر افتادن می‌گردد (بوتلر و همکاران، ۲۰۰۸؛ باچسون و همکاران، ۲۰۱۵). آمادگی جسمانی بالا از عوامل اصلی کسب موفقیت برای ورزشکاران و غیر ورزشکاران است. در همه مراحل زندگی و در هر مهارتی حفظ تعادل و کنترل پاسچر برای انجام تمامی حرکات و مهارت‌های ورزشی و امور روزمره نیاز اساسی است و در بسیاری از موارد ارزیابی آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ ازاین‌رو مروجی و همکاران (۲۰۱۶) با بررسی خود در رابطه با نقص تعادل و حس عمقی مفصل زانو و انجام فعالیت ورزشی منظم با چاقی نشان دادند که حس عمقی افراد چاق غیر ورزشکار حین باز کردن مفصل زانو به‌طور معناداری ضعیف‌تر از افراد دارای وزن طبیعی و حتی افراد چاق ورزشکار است. محققان این مطالعه، این‌گونه استدلال کردند که فعالیت ورزشی منظم موجب بهبود حس عمقی، قدرت عضلانی و تعادل مفصل زانو در افراد چاق می‌گردد و چاقی دارای آثار مخربی بر حس عمقی مفصل زانو است؛ بنابراین با توجه به مطالعات انجام شده در این زمینه فعالیت‌های جسمانی با فراهم نمودن فرصت‌های تمرینی و ایجاد چالش برای سازوکارهای تعادلی منجر به بهبود آنها می‌شود.

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که عواملی مثل حس نیرو، قدرت عضلات پایین‌تنه و دامنهٔ حرکتی مفصل زانو می‌تواند با تعادل پویا رابطه داشته باشد که به نظر می‌رسد برای مقایسهٔ دقیق‌تر تعادل میان افراد مختلف باید مورد توجه قرار گیرند. درنهایت می‌توان گفت که در افراد دارای اضافه‌وزن قدرت عضلات پایین‌تنه و حس عمقی در کنار عوامل دیگر با تعادل پویا در ارتباط است؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود، مربیان در برنامه تمرینی توجه ویژه‌ای به افزایش قدرت عضلانی و حس-عمقی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل بهبود تعادل در نظر گرفته شود. همچنین با توجه به محدود بودن آزمودنی‌ها پیشنهاد می‌شود در دامنهٔ وسیع‌تری به‌عنوان مثال کل دانشجویان تبریز و در هر دو جنسیت زن و مرد مورد بررسی قرار گیرد.

سپاسگزاری و قدردانی

بدین وسیله از کلیهٔ آزمودنی‌های شرکت‌کننده در پژوهش، مسئول آزمایشگاه تربیت‌بدنی دانشگاه تبریز و دانشجویان دانشگاه تبریز قدردانی و سپاسگزاری می‌شود.

منابع

- Ali Delaware. (1396), ***Probability and Applied Statistics in Psychology and Educational Sciences***.
- Bachasson, Damien, Anshuman Singh, Sameer B. Shah, John G. Lane, and Samuel R. Ward. (2015), "The role of the peripheral and central nervous systems in rotator cuff disease." ***Journal of shoulder and elbow surgery 24***, no. 8 (2015): 1322-1335.
- Baudry S, Klass M, Pasquet B, Duchateau J. (2007), Age-related fatigability of the ankle dorsiflexor muscles during concentric and eccentric contractions, ***European journal of applied physiology***, 2007; 100 (5): 515.520.
- Bello, A. L., E. Ababio, S. Antwi-Baffoe, M. A. Seidu, and D. N. Adjei. (2014), "Pain, range of motion and activity level as correlates of dynamic balance among elderly people with musculoskeletal disorder." ***Ghana medical journal 48***, no. 4 (2014): 214-218.
- Blackburn JT, Prentice WE, Guskiewicz KM, Busby MA. (2000), Balance and joint stability: the relative contributions of proprioception and muscular strength, ***Journal of Sport Rehabilitation. 2000***; 9(4): 315-28.
- Bok, Soo-Kyung, Tae Heon Lee, and Sang Sook Lee. (2013), "The effects of changes of ankle strength and range of motion according to aging on balance." ***Annals of rehabilitation medicine 37***, no. 1 (2013): 10.
- Bunton EE, Pitney WA, Cappaert TA, Kane AW. (1993), The role of limb torque, muscle action and proprioception during closed kinetic chain rehabilitation of the lower extremity, ***Journal of Athletic Training***. 28(1):10-20.
- Burke, R.E. (2007), Sir Charles Sherrington's the integrative action of the nervous system: a centenary appreciation, ***Brain***, 130(4), 887-894.

- Butler AA, Lord SR, Rogers MW, Fitzpatrick RC. (2008), Muscle weakness impairs the proprioceptive control of human standing. ***Brain research***. 2008, Nov 25;1242:244-51.
- Carpes FP, Reinehr FB, Mota CB. (2008), Effects of a program for trunk strength and stability on pain, low back and pelvis kinematics, and body balance: a pilot study, ***Journal of bodywork and movement therapies***, 2008;12(1):22-30.
- Chang N-T, Chi L-Y, Yang N-P, Chou P. (2010), The impact of falls and fear of falling on health-related quality of life in Taiwanese elderly, ***Journal of community health nursing***, 27(2):84-95.
- Chiacchiero M, Dresely B, Silva U, DeLosReyes R, Vorik B. (2010), The relationship between range of movement, flexibility, and balance in the elderly, ***Topics in Geriatric Rehabilitation***. 2010 Apr 1; 26(2):148-155.
- Gauchard, G. C., Parietti-Winkler, C., Lion, A., Simon, C., & Perrin, P. (2013), ***Impact of pre-operative regular physical activity on balance control compensatin after vestibular schwannoma surgery, Gait & posture***, 37(1), 82-87.
- Han J, Waddington G, Adams R, Anson J, Liu Y. (2016), Assessing proprioception: a critical review of methods, ***Journal of Sport and Health Science***, 2016;5(1):80-90.
- Hess JA, Woollacott M. (2005), Effect of high-intensity strength-training on functional measures of balance ability in balance-impaired older adults. ***Journal of Manipulative & Physiological Therapeutics***, 2005 Oct 1;28(8):582-90.
- Hrysomallis C. (2011), Balance ability and athletic performance, ***Sports medicine***, 2011 Mar 1;41(3):221-32.
- Iwamoto J, Suzuki H, Tanaka K, Kumakubo T, Hirabayashi H, Miyazaki Y, et al. (2009), Preventative effect of exercise against falls in the elderly: a randomized controlled trial, ***Osteoporosis international***. 20(7): 1233-40.

- Knoop J, Steultjens M, Van der Leeden M, Van der Esch M, Thorstensson C, Roorda L, et al (2011), Proprioception in knee osteoarthritis: a narrative review, ***Osteoarthritis and Cartilage***, 19(4):381-8.
- Maenhout, A.G.et al. (2012), The impact of rotator cuff tendinopathy on proprioception, measuring force sensation, ***Journal of shoulder and elbow surgery***, 2012. 21(8): p. 1080-1086.
- Moravveji H, Ghanbari A, Kamali F. (2016), Proprioception of Knee Joint in Athletes and Non-Athletes Obese. ***Global Journal of Health Science***. 9(2):286.
- Paus T. (2010), Growth of white matter in the adolescent brain: myelin or axon? ***Brain and cognition***. 2010; 72 (1): 26-35.
- Petrella R, Lattanzio P, Nelson M. (1997), Effect of Age and Activity on Knee Joint Proprioception1, ***Am J phys Med Rehabil***, 76(3): 235.
- Petrella RJ, Lattanzio PJ, Nelson MG. (1997), Effect of age and activity on knee joint proprioception1, ***American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation***, 1997 May 1;76(3):235-41.
- Silva KN, Mizusaki Imoto A, Almeida GJ, Atallah ÁN, Peccin MS, Fernandes Moça Trevisani V. (2010), ***Balance training (proprioceptive training) for patients with rheumatoid arthritis***, The Cochrane Library.
- Soyuer F, Mirza M. (2006), Relationship between lower extremity muscle strength and balance in multiple sclerosis, ***Journal of Neurological Sciences 2006***; 23(4): 257-63.
- Thorpe JL, Ebersole KT. (2008), Unilateral balance performance in female collegiate soccer athletes. ***The Journal of Strength & Conditioning Research***, 2008 Sep 1;22(5):1429-33.
- Waldén, M., et al. (2013), Regional differences in injury incidence in European professional football, ***Scandinavian journal of medicine & science in sports***, 2013. 23(4): p. 424-430.

- Withrow D, Alter D, (2011), The economic burden of obesity worldwide: a systematic review of the direct costs of obesity, ***Obesity reviews***, 2011; 12(2): 131-41.
- Yasuhara, T., Hara, K., Maki, M., Matsukawa, N., Fujino, H., Date, I., & Borlongan, C. V. (2007), Lack Of Exercise, Via Hindlimb Suspension, Impedes Endogenous Neurogenesis, ***Neuroscience***, 149(1), 182-191.
- Zagheeri Saeed. (2004), Assessment of standing abilities in elderly men and women" ***Master's dissertation: Iran University of Medical Sciences***.