



بررسی تجربی اثر پارامترهای مؤثر در تعادل انسان به هنگام ایستادن و راه رفتن

سید امیر حسینی سبزواری^{۱*} و الهه امیری^۲

^۱ استادیار، مهندسی مکانیک، مجتمع آموزش عالی گناباد، گناباد، ایران

^۲ دانشجوی کارشناسی، مهندسی مکانیک، مجتمع آموزش عالی گناباد، گناباد، ایران

مقاله مستقل، تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۱۸؛ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۶/۱۲/۰۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۱۷

چکیده

مطابق اعلام سازمان بهداشت جهانی، افتادن‌های ناگهانی، دومین عامل در آسیب‌های تصادفی منجر به مرگ شناخته می‌شود. در این مقاله هدف، بررسی پارامترهای مؤثر در تعادل انسان به منظور جلوگیری از افتادن است. برای این منظور، آزمایش‌های متعددی جهت بررسی شدت تأثیر این پارامترها در تعادل به هنگام ایستادن و راه رفتن پیشنهاد و انجام شده است. در این راستا، یک بانک داده به وسیله نتایج حاصل از این آزمایش‌ها ایجاد شده است. بانک داده فوق، حاوی اطلاعات و نتایج آزمایش‌های انجام شده روی ۳۰ دانشجو هنگام ایستادن و راه رفتن و تحت تأثیر پارامترهای مختلف است. در الگوی پیشنهادی تأثیر پارامترهای بینایی، مایع گوش و قدرت عضلات در دو حالت ایستادن و راه رفتن به صورت مجزا، مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه به منظور بررسی تعادل به هنگام استفاده از تلفن همراه، به عنوان یکی از پرتکرارترین رویدادهای روزمره، آزمایش‌هایی طراحی و انجام شد. یافته‌های گزارش شده از این پژوهش، میزان تأثیر پذیر تعادل انسان از پارامترهای مختلف را نشان می‌دهد. همچنین مطابق نتایج آزمایش‌های انجام شده، مردان از تعادل استاتیکی بهتری نسبت به زنان برخوردار هستند؛ اما حفظ تعادل زنان در مقایسه با مردان به هنگام استفاده از تلفن همراه در حین حرکت بهتر است.

کلمات کلیدی: افتادن ناگهانی؛ تعادل انسان؛ راه رفتن؛ تلفن همراه.

Experimental Analysis of Effective Parameters on Human Balance During Standing and Gaiting

S. A. Hoseini Sabzevari^{1,*}, E. Amiri²

¹ Assist. Prof., Mech. Eng., University of Gonbad, Gonabad, Iran

² BSc. Student, Mech. Eng., University of Gonbad, Gonabad, Iran

Abstract

Sudden falls are known as the second cause of accidental injury deaths by the world health organization. In this paper effective parameters caused in human balance are analyzed in order to prevent fall. As experimental examples, effect of the parameters on human balance during standing and gaiting were investigated. For this purpose, a database is gathered. These information were recorded while 30 student balances were affected by the parameters changing in both standing and gaiting situation. In the specified pattern, the effect of vision, vestibular system and muscle strength were studied in both standing and gaiting, individually. Furthermore, in order to study the human balance while using a cell phone in gaiting, several experiments were extended. The results show the influence of the parameters on human balance. Although, men had better balance rather than women while standing but women were shown better balance while using a cell phone in gaiting.

Keywords: Sudden Fall; Human Balance; Gaiting; Cell Phone.

۱- مقدمه

افتادن‌های ناگهانی و به طبع آن شکستن‌هایی که بسیار دیر ترمیم می‌شوند، یکی از مخاطرات اصلی به‌ویژه در افراد با سنین بالا محسوب می‌شود [۱]. مطابق تعریف سازمان بهداشت جهانی^۱، رخدادی که منجر به قرارگیری ناخواسته فرد در یک سطح پایین‌تر شود، افتادن نامیده می‌شود. افتادن دومین عامل منجر به فوت در جراحات غیرعمدی شناخته می‌شود [۲]. شکل ۱، میزان افتادن‌های منجر به فوت را برحسب جنسیت و سن در کشور ایالات متحده آمریکا نشان می‌دهد.

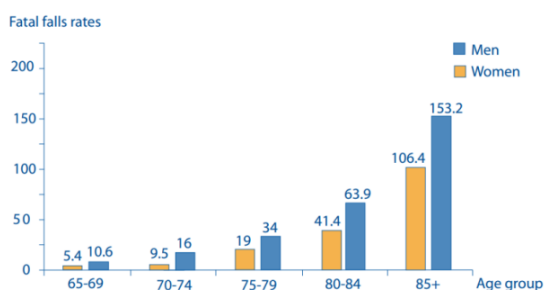
مطابق شکل ۱، با افزایش سن میزان مرگ و میر ناشی از افتادن‌ها به شکل نمایی رشد می‌کند؛ همچنین میزان مرگ و میر در مردان در تمامی رده‌های سنی، بیش از زنان است.

عوامل متعددی می‌تواند سبب افتادن شود که از آن جمله می‌توان به: حوادث طبیعی، سرگیجه‌های ناگهانی، افت فشار خون، عوامل عصبی، عدم حفظ تعادل استاتیکی و دینامیکی، حملات صرع، آرتروز و غیره اشاره کرد [۴]. مطابق تحقیق صورت گرفته توسط ولید الفیصل^۲ [۵] روی ۳۶۲۸ مورد گزارش ثبت شده مربوط به افتادن افراد مسن، ضعف عضلانی و از دست دادن تعادل با حدود ۲۰ درصد، به‌عنوان یکی از علت‌های رایج معرفی شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد، آسیب‌های جدی ناشی از افتادن در خانم‌های ایرانی با افزایش سن نسبت به آقایان افزایش می‌یابد.

ابوالحسنی و همکاران [۶]، شکستگی لگن به علت افتادن را بررسی کردند. در پژوهش آن‌ها ارتباط بین تراکم استخوانی و شکستگی لگن در سنین مختلف برای جامعه ایران، مورد بررسی قرار گرفت. بکیبله^۳ و همکاران [۷]، اثر بیماری‌های مختلف در سنین متفاوت را روی افتادن‌های منجر به آسیب در کشور نیجریه را مورد بررسی قرار داده و پرخطرترین بیماری را معرفی کردند. صفاری و همکاران [۸]، در پژوهش خود یک دستگاه تعادل سنج طراحی و ساختند و با آن به ارزیابی آمادگی تعادلی در شرایط بالینی پرداختند. آلبرتس^۴ و همکاران [۹]، در یک پژوهش تجربی تعادل انسان

در حالت ایستاده را به‌وسیله حسگرهای شتاب سنج و ژيروسکوپ متصل به فرد بررسی کردند.

در این پژوهش با انجام آزمایش‌های متعدد، نحوه تأثیرپذیری تعادل انسان هنگام ایستادن (استاتیکی) و یا راه رفتن (دینامیکی)، از پارامترهای مؤثر مورد بررسی قرار گرفته است. در ابتدا اثر پارامترهای درگیر در تعادل انسان به‌صورت مستقل در هر دو تعادل استاتیکی و دینامیکی، مورد آزمایش قرار می‌گیرد. در ادامه تعادل دینامیکی انسان هنگام استفاده از تلفن همراه، به‌عنوان یکی از پرترکرترین رویدادهای روزمره مورد بررسی قرار گرفته و نتایج آن گزارش شده است.



شکل ۱- تفکیک افتادن‌های منجر به فوت در کشور ایالات متحده آمریکا [۳]

۲- مواد و روش‌ها

در این پژوهش تجربی، ۳۰ دانشجوی مجتمع آموزش عالی گناباد بدون سابقه بیماری خاص و یا معلولیت و با میانگین سنی 21 ± 1 سال انتخاب شدند. در مرحله نخست، افراد با ماهیت و نحوه همکاری با اجرای پژوهش آشنا شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل؛ عدم سابقه ابتلا به بیماری‌هایی همچون، بیماری‌های اسکلتی-عضلانی، ابتلا به اختلالات بینانی اصلاح نشده و داشتن شرایط عدم گرفتگی عضلات در حداقل یک ماه پیش از شرکت در پژوهش و عدم سابقه آسیب در اندام تحتانی در شش ماه گذشته بود. دانشجویان بر اساس شرایط تحقیق، به‌صورت داوطلبانه در این پژوهش شرکت کرده و فرم رضایت نامه را امضا کرده‌اند. نمونه‌ها در دو گروه، آقایان (۱۵ نفر) و خانم‌ها (۱۵ نفر) قرار

² Al-Faisal

³ Bekibele

⁴ Alberts

¹ World Health Organization (WHO)

از دانشجویان خواسته شد، تعادل خود را روی یک پا (پای غیر غالب)، بعد از ۱۰ دور گردش با سرعت متوسط به دور خود حفظ نمایند. از دانشجویان خواسته شده بود، به محض برهم خوردن تعادل و بدون وقفه با قرارگیری در وضعیت متعادل به ادامه آزمایش بپردازند. این آزمایش به مدت ۱ دقیقه برای هر فرد ادامه پیدا کرد.

آزمایش "۱-ج" (حالت تعادل استاتیکی و پارامتر عضلات): قبل از انجام آزمایش و به منظور ایجاد خستگی عضلانی از دانشجویان خواسته شد، حرکت نشستن و برخواستن متوالی را برای ۲۰ تکرار انجام دهند. بلافاصله بعد از نشستن و برخواستن، دانشجویان به مدت سه دقیقه روی پای غیر غالب خود تحت انجام آزمایش قرار گرفتند.

آزمایش "۲-الف" (حالت تعادل دینامیکی و پارامتر بینایی): در این تحقیق از دانشجویان خواسته شد، با چشم-های بسته مسیری مستقیم به طول ۱۳ متر را طی نمایند. به منظور آشنایی ذهنی با مسیر از افراد خواسته شد، قبل از انجام آزمایش با چشم‌های باز مسیر را طی نمایند. در این آزمایش منظور از عدم حفظ تعادل، خارج شدن از مسیر مشخص شده است. ناگفته نپیداست، با توجه به وضعیت سنی و جسمی شرکت‌کنندگان عدم تعادل در این قسمت، به افتادن منجر نخواهد شد، لذا خارج شدن از مسیر به عنوان شاخص در نظر گرفته شد. فاصله بین خطوط در این مسیر، مطابق با میانگین عرض شانه‌های دانشجویان انتخاب شده است. در اکثر مواقع فرد بعد از خروج از مسیر به شکل غیرارادی درصد تصحیح مسیر خود برمی‌آید، در این موارد هیچ مداخله‌ای در آزمایش صورت نمی‌گرفت تا فرد مسیر مورد نظر را بیپیماید. در موارد نادری که دانشجو به کلی از مسیر منحرف و این انحراف با شیب زیادی افزایش می‌یافت، ضمن مداخله در آزمایش، فرد به مسیر هدایت شده و به طی ادامه مسیر می‌پرداخت. نحوه اجرای آزمون و نمونه‌هایی از عدم حفظ تعادل، در شکل ۳ نشان داده شده است.

آزمایش "۲-ب" (حالت تعادل دینامیکی و پارامتر مایع گوش): در این بخش در ابتدا از دانشجویان خواسته شد، ۱۰ دور گردش با سرعت متوسط به دور خود بزنند، سپس با چشم‌های باز به طی مسیر مستقیم ۱۳ متری بپردازند.

آزمایش "۲-ج" (حالت تعادل دینامیکی و پارامتر عضلات): قبل از انجام آزمایش و به منظور ایجاد خستگی

گرفتند. سپس قد و وزن افراد مورد سنجش قرار گرفت، نتایج حاصله در جدول ۱ نشان داده شده است. جهت کاهش اثر خستگی‌های عصبی عضلانی، از دانشجویان خواسته شد که حداقل ۲۴ ساعت قبل از آزمایش، از فعالیت‌های ورزشی خودداری نمایند.

پژوهش در دو حالت: ۱- تعادل استاتیکی (سکون) ۲- تعادل دینامیکی (راه رفتن) انجام شد. در هر دو حالت، اثر سه پارامتر مهم در حفظ تعادل: الف-بینایی^۱ ب-مایع گوش^۲ و ج-عضلات^۳، بررسی و نتایج گزارش گردید.

آزمایش "۱-الف" (حالت تعادل استاتیکی و پارامتر بینایی): به منظور بررسی اثر پارامتر بینایی در حفظ تعادل از دانشجویان خواسته شد، تعادل خود را روی یک پا (پای غیر غالب) در دو حالت چشمان باز و بسته، به مدت زمان سه دقیقه حفظ نمایند. در این آزمایش، منظور از عدم حفظ تعادل، استفاده از پای دوم جهت حفظ تعادل است و استفاده از حرکات بدنی دیگر مانند، بلند کردن دست‌ها و خم کردن کمر به مقدار متعارف آزاد بوده است. در طول انجام این آزمایش مشاهده شد که تمامی دانشجویان در طول مدت سه دقیقه با چشمان باز موفق به حفظ کامل تعادل خود شدند. نحوه اجرای آزمون و نمونه‌هایی از عدم حفظ تعادل، در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲- انجام آزمایش تعادل استاتیکی در پارامتر بینایی

آزمایش "۱-ب" (حالت تعادل استاتیکی و پارامتر مایع گوش): به منظور بررسی اثر پارامتر مایع گوش در حفظ تعادل

¹ Vision

² Vestibular System

³ Muscle

جدول ۱- مقایسه میانگین آماری مشخصات فردی آزمودنی‌ها

شاخص	آزمودنی‌ها	
	مردان (۱۵ نفر)	زنان (۱۵ نفر)
سن (سال)	۲۱	۲۱
قد (متر)	۱/۷۸	۱/۶۲
وزن (کیلوگرم)	۶۷/۷۳	۵۷/۵۶
نمایه توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۱/۳۸	۲۱/۶۳

با توجه به سن و وضعیت جسمانی آزمودنی‌ها، انتظار تأثیرپذیری کم نتایج آزمایش‌ها از پارامترهای ب و ج (مایع گوش و عضلات)، دور از انتظار نمی‌باشد. نتایج حاصل از آزمایش، اثر پذیری تعادل استاتیکی از پارامتر بینایی (چشمان بسته)، در جدول ۲ نشان داده شده است.

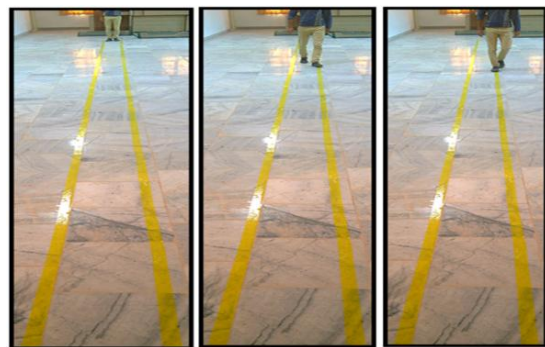
همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، تمامی افراد موفق به حفظ تعادل استاتیکی خود با چشمان باز شدند. مطابق داده‌های جدول ۲، مردان در مقایسه با زنان در حفظ تعادل خود موفق‌تر بوده‌اند؛ به نحوی که میزان زمان عدم حفظ تعادل در زنان، حدود ۱/۴۲ برابر مردان بوده است. داده‌های مربوط به اثر پذیری تعادل استاتیکی از پارامتر گوش، در جدول ۳ نشان داده شده است. این آزمایش به مدت ۶۰ ثانیه انجام گرفت است؛ چراکه بعد از آن مایع گوش به حالت یکنواخت خود رسیده و تمامی دانشجویان می‌توانستند حالت تعادل خود را حفظ نمایند.

مشابه داده‌های آزمایش قبلی در این آزمایش نیز، مردان عملکرد بهتری نسبت به زنان از خود نشان داده‌اند؛ به نحوی که میزان عدم حفظ تعادل در زنان، ۱/۳۳ برابر مردان بوده است.

با توجه به وضعیت جسمانی آزمودنی‌ها، خستگی عضلات پا با روش ذکر شده در قسمت‌های قبلی مؤثر نبوده است. تقریباً تمامی دانشجویان موفق به حفظ تعادل استاتیکی خود بعد از ۲۰ حرکت متوالی نشستن و برخواستن روی پای غیر غالب خود شده‌اند.

عضلانی از دانشجویان خواسته شد، حرکت نشستن و برخواستن متوالی را برای ۲۰ تکرار انجام دهند. بلافاصله بعد از نشستن و برخواستن دانشجویان مسیر مشخص شده را طی نمودند. مطابق داده‌های حاصل شده، برهم خوردن تعادل به علت خستگی عضلات در داوطلبان دیده نشد.

آزمایش تکمیلی: در یک آزمایش تکمیلی تأثیر استفاده از تلفن همراه در حفظ تعادل دینامیکی، مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق از داوطلبین خواسته شده، در حالی که مشغول استفاده از تلفن همراه (تایپ متن تعیین شده) خود هستند، با سرعت معمول به طی مسیر مستقیم مشخص شده بپردازند. متن انتخاب شده برای این تحقیق به بدین شرح است: "منت خدای را عروجل که طاعتش موجب قربت است و به شکر اندرش مزید نعمت، هر نفسی که فرو می‌رود، ممدت حیات است و چون بر می‌آید، مفرح ذات پس در هر نفسی دو نعمت موجود است و بر هر نعمت، شکری واجب." به‌منظور درگیری هرچه بیشتر ذهن فرد هنگام تایپ متن از داوطلبان خواسته شد، متن فوق را در دو آزمایش جداگانه به هر دو زبان فارسی و انگلیسی تایپ نمایند. نتایج حاصل از هر دو آزمایش در جدول‌های ۶ و ۷ نشان داده شده است. مشابه قبل منظور از برهم خوردن تعادل در این آزمایش، خارج شدن از مسیر مشخص شده است.



شکل ۳- انجام آزمایش تعادل دینامیکی در پارامتر بینایی

۳- نتایج و یافته‌ها

مشخصات آزمودنی‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. با توجه به سال پذیرش دانشجویان، میانگین سنی افراد مورد آزمایش در هر دو جنسیت یکسان بوده است.

نتایج آزمایش مربوط به تأثیر پارامتر مایع گوش در تعادل دینامیکی نشان داده شده است. مطابق انتظار سمت خروج آزمودنی‌ها از مسیر در این آزمایش، با جهت چرخش به دور خود قبل از طی مسیر ارتباط مستقیم دارد. بر خلاف آزمایش‌های قبلی، زنان در این آزمایش در حفظ تعادل توانمندتر از مردان ظاهر شدند. به مقایسه جدول‌های ۳ و ۵ می‌توان نتیجه گرفت، نقش پارامتر مایع گوش در تعادل استاتیکی برای زنان و در تعادل دینامیکی برای مردان نسبت به جنس دیگر مهم‌تر است.

مشابه قسمت قبلی و با توجه به وضعیت جسمانی آزمودنی‌ها، خستگی عضلات پا مؤثر نبوده است. تمامی دانشجویان موفق به حفظ تعادل دینامیکی خود با وجود خستگی عضلات شدند. با توجه به سن و ویژگی‌های بدنی آزمودنی‌ها، عدم تأثیرپذیری تعادل آنان (استاتیکی و دینامیکی) با وجود خستگی عضلات قابل توجیه بوده و انتظار می‌رود با افزایش سنی آزمودنی‌ها، نقش این پارامتر در عدم حفظ تعادل افزایش چشمگیری خواهد داشت.

نتایج مربوط به آزمایش تکمیلی در جدول‌های ۶ و ۷ نمایش داده شده است. در این آزمایش از دانشجویان خواسته شد از تلفن همراه (هوشمند و یا ساده) خود استفاده کنند. مطابق نتایج، در هر دو آزمایش مردان نسبت به زنان در حفظ تعادل خود ناموفق‌تر بوده‌اند. با تغییر زبان متن تایپ شده از فارسی به انگلیسی، میزان عدم حفظ تعادل در مسیر، برای مردان در حدود ۲۰ درصد رشد داشته است، در صورتی که این افزایش برای زنان، ۹ درصد گزارش شده است. در این آزمایش از دانشجویان خواسته شده بود، مسیر را به صورت رفت و برگشتی طی کنند. افزایش مسیر طی شده و تعداد دفعات خروج از مسیر به هنگام تایپ متن به زبان انگلیسی نسبت به زبان فارسی دور از انتظار نمی‌باشد. هنگام تایپ به زبان فارسی مسیر طی شده برای زنان نسبت به مردان، تقریباً ۵ درصد بیشتر است، در حالی که هنگام تایپ به زبان انگلیسی این مقدار برای مردان نسبت به زنان با تغییر محسوسی در حدود ۱۷ درصد بیشتر است.

در آزمایش تکمیلی اگرچه هیچ کدام از سه پارامتر: بینایی، مایع گوش و خستگی عضلات مستقلاً مورد آزمایش قرار نگرفته‌اند، اما تمرکز روی صفحه گوشی تلفن، اثر پارامترهای بینایی و مایع گوش را به صورت هر چند

در جدول ۴ داده‌های مربوط به اثر پارامتر بینایی روی تعادل دینامیکی نشان داده شده است. مطابق این جدول، مردان به‌طور متوسط ۱۷/۷ درصد از مسیر را در خارج از محدوده مشخص شده طی کردند؛ در صورتی که این مقدار برای زنان ۴۷/۳ درصد بوده است؛ لذا میزان خروج از مسیر برای زنان، ۲/۶۷ برابر مردان بوده است. نکته جالب توجه در این آزمایش، سمت خروج از مسیر برای آزمودنی‌ها بوده است. مطابق مشاهدات انجام شده، افراد غالباً از سمت پای غالب خود از مسیر خارج شده‌اند. به عبارت دیگر، دانشجویانی که پای راست آنان پای غالب بوده است، از سمت راست، از مسیر خارج می‌شدند و بالعکس. با مقایسه داده‌های جدول‌های ۲ و ۴ می‌توان نتیجه گرفت که پارامتر بینایی در زنان نسبت به مردان، نقش مهم‌تری در حفظ تعادل (استاتیکی و دینامیکی) ایفا می‌کند.

جدول ۲- نتایج حاصل از آزمایش تعادل استاتیکی و پارامتر بینایی با چشمان بسته

آزمایش ۱-الف	آزمودنی‌ها		کل
	مردان (۱۵ نفر)	زنان (۱۵ نفر)	
بازه زمانی عدم حفظ تعادل (ثانیه)	۲۰/۹	۲۹/۸	۲۵/۴
بازه زمانی عدم حفظ تعادل (درصد)	۱۱/۶	۱۶/۶	۱۴/۱

جدول ۳- نتایج حاصل از آزمایش تعادل استاتیکی و پارامتر مایع گوش

آزمایش ۱-ب	آزمودنی‌ها		کل
	مردان (۱۵ نفر)	زنان (۱۵ نفر)	
بازه زمانی عدم حفظ تعادل (ثانیه)	۷/۳	۹/۸	۸/۵
بازه زمانی عدم حفظ تعادل (درصد)	۱۲/۲	۱۶/۳	۱۴/۲

جدول ۴- نتایج حاصل از آزمایش تعادل دینامیکی و پارامتر بینایی با چشمان بسته

آزمایش ۲-الف	آزمودنی‌ها		کل
	مردان (۱۵ نفر)	زنان (۱۵ نفر)	
عدم حفظ تعادل (درصد)	۱۷/۷۲	۴۷/۳۸	۳۲/۵۵
دفعات خروج از مسیر راست	۱/۸	۲/۱	۱/۹
دفعات خروج از مسیر چپ	۲/۸	۱/۷	۲/۲

جدول ۷- نتایج حاصل از آزمایش تعادل دینامیکی حین

آزمایش تکمیلی- انگلیسی	آزمودنی‌ها	
	مردان (۱۵ نفر)	زنان (۱۵ نفر)
عدم حفظ تعادل (درصد)	۲۵/۰۷	۲۰/۴۱
مسیر طی شده (متر)	۷۵/۴۶	۶۴/۱۰
دفعات خروج از مسیر راست	۱۷	۱۱/۴۶
دفعات خروج از مسیر چپ	۲۳/۴	۳۷/۷۸
کل		۲۲/۷۴

۴- نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش، به صورت خلاصه در شکل ۴ نشان داده شده است. در این شکل میزان زمانی عدم حفظ تعادل در آزمایش‌های صورت گرفته به صورت درصدی گزارش شده است. یافته‌های حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که هرچند مردان از تعادل استاتیکی بهتری نسبت به زنان برخوردار هستند، اما حفظ تعادل زنان در مقایسه با مردان به هنگام استفاده از تلفن همراه در حین حرکت بهتر است. لازم به یادآوری است، با توجه به ویژگی‌های سنی و بدنی افراد مورد آزمایش نتایج این تحقیق قابل تعمیم به دیگر بازه‌های سنی نمی‌باشد.

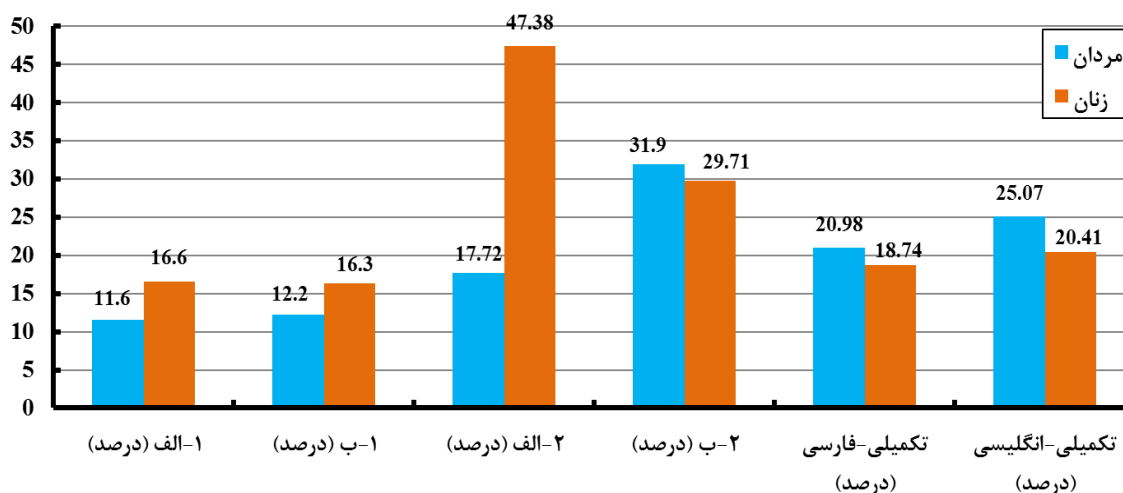
غیرمستقیم در خود دارا است. نحوه تأثیرپذیری تعادل دینامیکی از پارامترهای بینایی و مایع گوش به صورت مستقل یا ترکیبی (آزمایش تکمیلی) با توجه به جنسیت آزمودنی‌ها، جالب توجه است.

جدول ۵- نتایج حاصل از آزمایش تعادل دینامیکی و پارامتر

آزمایش ۲- ب	آزمودنی‌ها	
	مردان (۱۵ نفر)	زنان (۱۵ نفر)
عدم حفظ تعادل (درصد)	۳۱/۹۰	۲۹/۷۱
دفعات خروج از مسیر راست	۵/۳	۳/۸
دفعات خروج از مسیر چپ	۴/۴	۵/۹
کل		۳۰/۸۱

جدول ۶- نتایج حاصل از آزمایش تعادل دینامیکی حین

آزمایش تکمیلی- فارسی	آزمودنی‌ها	
	مردان (۱۵ نفر)	زنان (۱۵ نفر)
عدم حفظ تعادل (درصد)	۲۰/۹۸	۱۸/۷۴
مسیر طی شده (متر)	۵۰/۲	۵۲/۸۵
دفعات خروج از مسیر راست	۱۱/۰۶	۹/۸۶
دفعات خروج از مسیر چپ	۱۰/۴	۸/۷۳
کل		۱۹/۸۶



شکل ۴- درصد زمانی عدم حفظ تعادل در آزمایش‌های انجام شده

- [4] Winter DA (1995) Human balance and posture control during standing and walking. *Gait Posture* 3(4): 193-214.
- [5] Al-Faisal W (2006) Falls Prevention for Older Persons. Eastern Mediterranean Regional Review online at www.who.int/ageing/projects/EMRO.
- [6] Abolhassani F, Moayyeri A, Naghavi M, Soltani A, Larijani B, Shalmani HT (2006) Incidence and characteristics of falls leading to hip fracture in Iranian population. *Bone* 39(2): 408-413.
- [7] Bekibele C O, Gureje O (2010). Fall incidence in a population of elderly persons in Nigeria. *Gerontology* 56(3): 278-283.
- [۸] صفاری سامانی م، فرهمند ف، رضائیان ت، سنجرى م (۱۳۹۲) طراحی، ساخت و آزمون یک دستگاه تمرین و ارزیابی تعادل ایستاده. بیستمین کنفرانس ملی مهندسی زیست پزشکی ایران ۲۰-۲۴.
- [9] Alberts JL, Hirsch JR, Koop MM, Schindler DD, Kana DE, Linder SM, Thota AK (2015) Using accelerometer and gyroscopic measures to quantify postural stability. *J Athl Training* 50(6): 578-588.

۵- تشکر و قدردانی

با سپاس فراوان از آقای دکتر علیرضا سیما (استادیار دانشکده علوم پزشکی دانشگاه تهران) که در نحوه سامان دهی این پژوهش کمک شایانی نمودند؛ همچنین از دانشجویان ارجمند تشکر می‌نماییم که بدون همکاری آنها انجام این پژوهش غیرممکن بود.

۶- مراجع

- [1] Quek J, Treleaven J, Clark RA, Brauer SG (2018) An exploratory study examining factors underpinning postural instability in older adults with idiopathic neck pain. *Gait Posture* 60(2): 93-98.
- [2] Turgut K, Sarihan ME, Colak C, Güven T, Gür A, Gürbüz S (2018) Falls from height: A retrospective analysis. *Emergen Med* 9(1): 46-50.
- [3] World Health Organization. Ageing, & Life Course Unit (2008) WHO global report on falls prevention in older age. WHO.