**مقاله پژوهشی**
**مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان**
**دوره ۲۱، آذر ۱۴۰۱، ۹۲۲-۹۱۱**

# طراحی، ساخت و تعیین روایی و پایایی هدبند دیجیتال ارزیابی حس عمقی گردن: مطالعه توصیفی

**رامین بیرانوند[۱]، سید محمد حسینی[۲]، رحیم میرنصوری[۳]، محمدحسین عبدی‌پور منفرد[۴]**

**دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۰۷/۰۶ ارسال مقاله به نویسنده جهت اصلاح: ۱۴۰۱/۰۸/۱۷ دریافت اصلاحیه از نویسنده: ۱۴۰۱/۰۹/۱۶ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۰۹/۱۹**

**چکیده**

**زمینه و هدف:** دقت اطلاعات حس عمقی نقش بسیار مهمی در کنترل حرکات سر و گردن بر عهده دارد. تاکنون از روش‌های متعددی به منظور ارزیابی دقت اطلاعات حس عمقی به‌عنوان عاملی جهت پیش‌گیری از بروز آسیب و یا بازتوانی ناحیه گردنی استفاده شده است. هدف از مطالعه حاضر معرفی ابزاری جدید جهت ارزیابی دقت اطلاعات حس عمقی گردن به همراه تعیین روایی و پایایی آن می‌باشد.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه توصیفی، تعداد ۴۰ نفر از مردان ۶۰-۱۸ سال بر اساس معیارهای ورود و خروج از تحقیق به‌عنوان آزمودنی انتخاب شدند و خطای بازسازی زوایای گردنی آن‌ها به وسیله هدبند دیجیتال و دستگاه کروم (Cervical Range of Motion; CROM) به‌عنوان یک استاندارد طلایی در سنجش زوایای گردنی مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز از ضریب همبستگی Pearson به منظور تعیین روایی هم‌زمان و از ضریب همبستگی درون‌طبقه‌ای (Intra-class correlation coefficient; ICC) برای تعیین پایایی درون‌آزمونگر و بین‌آزمونگر استفاده شد.

**یافته‌ها:** نتایج به‌دست آمده از تحقیق حاضر نشان داد که دستگاه هدبند دیجیتال از روایی بسیار بالا (r:۰/۸۴-۰/۸۹) و هم‌چنین پایایی درون‌آزمونگر و بین‌آزمونگر بسیار بالایی (به ترتیب ICC:۰/۸۹-۰/۹۴ و ICC:۰/۸۷-۰/۹۳) در ارزیابی دقت حس عمقی گردن برخوردار می‌باشد (P<۰/۰۵).

**نتیجه‌گیری:** دستگاه هدبند دیجیتال به‌عنوان یک ابزار دقیق، مقرون به صرفه و با کاربری آسان، اطلاعات مربوط به دقت حس عمقی گردن را در کمترین زمان برای آزمونگر فراهم می‌کند و می‌تواند جایگزین مناسبی برای سایر روش‌های ارزیابی حس عمقی گردن باشد.

**واژه‌های کلیدی:** هدبند دیجیتال، حس عمقی، گردن، روایی، پایایی

۱- (نویسنده مسئول) استادیار، گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران
تلفن: ۰۶۶۱-۴۲۲۱۳۶۷، دورنگار: ۰۶۶۱-۴۲۲۱۳۶۷، پست الکترونیکی: beyranvand.ra@lu.ac.ir
۲- استادیار، گروه تندرستی و بازتوانی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۳- استادیار، گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران
۴- کارشناسی، گروه مهندسی برق، دانشگاه فنی و حرفه‌ای، خرم آباد، ایران

[ Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-08 ]
[ DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.9.2.5 ]
[ DOI: 10.52547/jrums.21.9.911 ]

## مقدمه

حس عمقی یک زیرمجموعه از سیستم حسی پیکری به شمار می‌رود که نقش عملکردی مهمی در کنترل حرکات هدفمند بر عهده دارد [۱]. مطالعات نشان می‌دهند که قبل از شروع حرکت، اطلاعاتی که از طریق حس عمقی در مورد وضعیت بدن و اندام‌ها نسبت به هدف حرکت فراهم می‌شود، می‌تواند به‌عنوان پایه و اساس برنامه‌ریزی دستورات حرکتی مورد استفاده قرار بگیرد [۲]. در همین راستا گزارش شده است که عملکرد مناسب سیستم حس عمقی در ناحیه سرویکوسفالیک نقش بسیار مهمی در احساس حرکات و هم چنین توانایی ایجاد و حفظ وضعیت صحیح سر و گردن بر عهده دارد [۲]. از طرفی عدم ارسال اطلاعات صحیح از حس عمقی گردن موجب بروز خطا در قرارگیری موقعیت فضایی سر بر روی ستون فقرات می‌شود که پیامدهایی از جمله ابتلاء به ناهنجاری‌های ناحیه گردن، بروز درد و هم‌چنین ناتوانی در اجرای حرکات را به دنبال دارد [۳].

تاکنون از ابزار و روش‌های مختلفی برای ارزیابی دقت حس عمقی در ناحیه سر و گردن استفاده شده است که از آن جمله می‌توان به استفاده از دستگاه کروم ( Cervical Range of Motion; CROM) [۳]، روش عکس‌برداری [۴]، دستگاه شیب‌سنج [۶-۵]، استفاده از لیزر [۷، ۲]، سیستم آنالیز حرکت [۱۰-۸] و یا تکنولوژی واقعیت مجازی [۱۱] اشاره کرد.

به‌طور کلی، بررسی گزارشات پیشین نشان می‌دهد که هر کدام از ابزار و روش‌های مذکور با وجود این‌که امکان ارزیابی حس عمقی گردن را فراهم می‌سازند، اما برخی محدودیت‌ها را نیز برای ارزیابی به همراه دارند. به‌عنوان مثال در اغلب این روش‌ها به منظور ارزیابی دقت حس عمقی گردن از آزمودنی خواسته می‌شود که پس از بازسازی زاویه هدف از واژه‌ای مثل "رسیدم" استفاده کند تا آزمونگر بتواند زاویه بازسازی شده را ثبت کند؛ چنان‌چه این امکان وجود می‌داشت که آزمودنی دقیقاً در لحظه‌ای که احساس می‌کند به زاویه هدف رسیده است خودش می‌توانست با استفاده از یک ریموت آن زاویه را ثبت کند، اطلاعات به سادگی و با دقت بالاتری جمع‌آوری شده و سرعت عمل یا دقت آزمونگر هیچ‌گونه تأثیری بر نتایج آزمون نمی‌گذاشت. این در حالی است که اغلب ابزار موجود از این قابلیت بی‌بهره هستند و بر همین اساس در فاصله زمانی که بین احساس رسیدن به زاویه هدف (توسط آزمودنی) و ثبت آن زاویه (توسط آزمونگر) وجود دارد ممکن است تغییراتی در زاویه بازسازی شده صورت بگیرد که نتایج آزمون را تا حدودی با خطا همراه می‌سازد.

هم‌چنین، در اکثر روش‌های موجود پس از اجرای هر آزمون می‌بایست از محاسبات ریاضی به منظور دست‌یابی به نتایج ارزیابی استفاده شود. به‌عنوان مثال می‌بایست هر بار تفاضل زاویه بازسازی شده و زاویه هدف مورد محاسبه قرار بگیرد تا میزان دقت حس عمقی گردن گزارش شود. البته در برخی از این روش‌ها مانند عکس‌برداری یا استفاده از لیزر، داده‌های حاصل از ارزیابی حتی می‌بایست مورد آنالیزهای بیشتری نیز قرار بگیرد تا دقت حس عمقی گردن بر اساس تحلیل‌های ریاضی که بعد از اجرای آزمون صورت می‌گیرند محاسبه شود [۸، ۴]. مسلم است که در چنین شرایطی



[ Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-08 ]
[ DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.9.2.5 ]
[ DOI: 10.52547/jrums.21.9.911 ]

امکان دسترسی سریع به نتایج آزمون امکان‌پذیر نخواهد بود. لازم به ذکر است که استفاده از برخی تجهیزات پیشرفته مانند دستگاه‌های ایزوکینتیک، سیستم آنالیز حرکت و یا تکنولوژی واقعیت مجازی قادر به پوشش برخی از محدودیت‌های ذکر شده می‌باشند [۱۳، ۱۱-۹]، اما هزینه بالای استفاده از این ابزار به‌عنوان محدودیتی به شمار می‌رود که اکثر محققین را از قابلیت دسترسی به آن‌ها محروم می‌سازد.

با توجه به مواردی که در بالا ذکر شد، ضرورت ساخت ابزاری که بتواند ضمن کاهش هزینه‌ها در سنجش حس عمقی گردن، دقت و سرعت اجرای ارزیابی را نیز به حداکثر برساند احساس می‌شود. از همین روی محققین بر آن شدند تا با طراحی و ساخت "هدبند دیجیتال ارزیابی حس عمقی گردن"، نقاط ضعف این آزمون با استفاده از روش‌های پیشین را پوشش دهند. لذا هدف از تحقیق حاضر تعیین روایی هم‌زمان دستگاه هدبند دیجیتال به‌صورت بررسی همبستگی نتایج آن با ابزار CROM به‌عنوان یک استاندارد طلایی در ارزیابی زوایای گردن [۱۴] و هم‌چنین تعیین پایایی درون‌آزمونگر و بین‌آزمونگر آن می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع توصیفی می‌باشد که جامعه مورد بررسی آن را مردان ۱۸ تا ۶۰ ساله شهرستان خرم‌آباد در سال ۱۴۰۰ تشکیل می‌داد. با توجه به فراخوان عمومی که از طریق شبکه‌های اجتماعی صورت گرفته بود تعداد ۸۰ نفر از افراد واجد شرایط به‌صورت داوطلبانه برای شرکت در تحقیق حاضر اعلام آمادگی کردند که این افراد به‌عنوان جامعه آماری تحقیق در نظر گرفته شدند. در ابتدا تمامی افراد نسبت به تکمیل فرم رضایت‌نامه و هم‌چنین پرسش‌نامه ثبت اطلاعات فردی مربوط به تحقیق اقدام کردند. این مطالعه دارای کد اخلاق از دانشگاه علوم پزشکی لرستان به شماره ثبتی IR.LUMS.REC.1399.386 می‌باشد.

معیارهای ورود به تحقیق حاضر شامل مرد بودن و قرار داشتن در محدوده سنی ۱۸ تا ۶۰ سال بود. از طرفی وجود گردن درد حاد، سابقه آسیب تروماتیک گردن، رادیکولوپاتی یا میلوپاتی گردن، مشکلات نورولوژیک، اختلال در سیستم وستیبولار و هم‌چنین ناهنجاری‌های گردنی به‌عنوان معیارهای خروج از تحقیق در نظر گرفته شد [۱۵، ۱]. برای تعیین حجم نمونه از نتایج مطالعات مشابه قبلی و هم‌چنین فرمول آماری زیر استفاده شد [۱۶]:

$$n = 1 + \frac{2\,(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2\,k}{(In\ C_0)^2\,(k-1)}$$

لازم به توضیح است که در ابتدا از فرمول زیر جهت محاسبه $C_0$ استفاده شد:

$$C_0 = \frac{1 + k\,(\frac{R_0}{1-R_0})}{1 + k\,(\frac{R_1}{1-R_1})}$$

که در این رابطه، $R_0$=۰/۵۵ بیانگر حداقل پایایی پذیرفتنی بر اساس تحقیقات پیشین [۷]، $R_1$=۰/۸۰ پایایی مورد انتظار بر اساس طرح پایلوت (که پیش از اجرای این تحقیق انجام گرفت)، k=۲ نیز بیانگر تعداد آزمونگر می‌باشد و بر طبق فرمول بالا $C_0$=۰/۳۸ محاسبه گردید. به این ترتیب با در نظر گرفتن خطای آلفای ۵ درصد و توان ۸۰ درصد در نهایت تعداد ۴۰ نفر آزمودنی به‌عنوان حجم نمونه در نظر گرفته شد. بر همین اساس با توجه به اطلاعات جمع‌آوری شده و



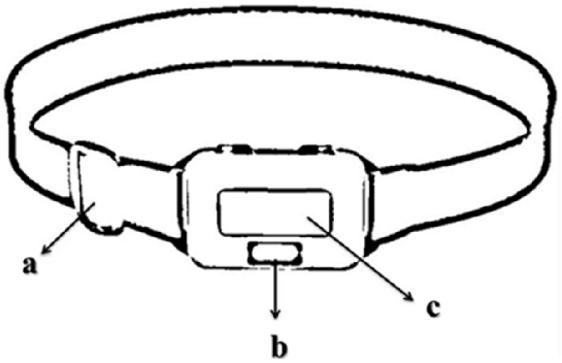
[ Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-08 ]
[ DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.9.2.5 ]
[ DOI: 10.52547/jrums.21.9.911 ]

هم‌چنین پس از در نظر گرفتن معیارهای ورود و خروج از تحقیق، تعداد ۴۰ نفر از بین افراد داوطلب و بر اساس لیست اسامی این افراد به‌صورت تصادفی انتخاب شدند و به‌عنوان آزمودنی مورد ارزیابی‌های بعدی قرار گرفتند.

در ادامه به منظور ارزیابی دقت حس عمقی گردن از ارزیابی میزان خطای آزمودنی‌ها در بازسازی وضعیت‌های خم شدن و باز شدن گردن، خم کردن جانبی گردن به هر دو طرف و هم‌چنین چرخش سر به سمت چپ و راست استفاده شد. به این ترتیب در ابتدا جهت ارزیابی روایی دستگاه طراحی شده توسط محققین، کلیه آزمودنی‌ها یک بار حرکات مختلف ناحیه سر و گردن را با استفاده از دستگاه هدبند دیجیتال و یک بار نیز با استفاده از دستگاه CROM به‌عنوان یک استاندارد طلایی در ارزیابی زوایای گردن انجام دادند [۱۴]. لازم به ذکر است که ترتیب ارزیابی با دو دستگاه به‌صورت تصادفی تعیین می‌شد تا ترتیب انجام آزمون تأثیری بر نتایج تحقیق نداشته باشد.

**ارزیابی حس عمقی گردن با استفاده از هدبند دیجیتال:**

این دستگاه متشکل از یک سیستم ریزپردازنده، سنسور جایروسکوپ و هم‌چنین هدبند قابل تنظیم (به منظور قرار گرفتن نمایش‌گر دیجیتال بر روی پیشانی) می‌باشد که در حین اجرای حرکات سر و گردن امکان ارزیابی تغییرات مربوط به زوایای گردنی را فراهم می‌سازد. در طراحی این دستگاه از یک ماژول بلوتوث HC05 نیز استفاده شده است که قابلیت اتصال هدبند دیجیتال به گوشی‌های هوشمند را امکان‌پذیر می‌کند؛ به این ترتیب این دستگاه قادر است که اطلاعات حاصل از ارزیابی را به‌صورت لحظه‌ای به نمایش‌گر موبایل انتقال داده و هم‌چنین امکان ثبت این اطلاعات در حافظه اپلیکیشن مربوطه را نیز دارا می‌باشد. لازم به ذکر است که طراحی و ساخت این دستگاه توسط محققین حاضر صورت گرفته و با شماره پتنت ۱۰۶۴۴۳ در مرکز مالکیت معنوی سازمان ثبت اسناد و املاک کشور به ثبت رسیده است (شکل ۱).




***شکل ۱- نمای شماتیک از هدبند دیجیتال ارزیابی حس عمقی گردن (a: استرپ قابل تنظیم، b: کلید پاور، c: نمایش‌گر الکترونیکی)***

به منظور ارزیابی دقت حس عمقی گردن با استفاده از هدبند دیجیتال در ابتدا می‌بایست قسمت سخت افزاری دستگاه با استفاده از هدبند تعبیه شده بر روی پیشانی آزمودنی قرار گیرد. این هدبند قابلیت تغییر سایز داشته و به خوبی روی سر افراد فیکس می‌شود. پس از بستن آن می بایست آزمودنی در وضعیت نشسته بر روی صندلی قرار گرفته و گوشی هوشمندی که اپلیکیشن مربوطه روی آن نصب شده را در دست بگیرد. در چنین شرایطی می‌بایست زانوها در وضعیت ۹۰ درجه خم شدن، کف پاها بر روی زمین و ستون فقرات آزمودنی‌ها نیز با پشتی صندلی در تماس می‌بود. در ادامه دامنه حرکتی گردن در هر یک از جهات حرکتی (خم کردن گردن به جلو و عقب، خم کردن



[ Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-08 ]
[ DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.9.2.5 ]
[ DOI: 10.52547/jrums.21.9.911 ]

جانبی گردن به طرفین و هم‌چنین چرخش به سمت چپ و راست) مورد ارزیابی قرار می‌گرفت و ۵۰٪ از کل دامنه حرکتی هر یک از این جهات به‌عنوان زاویه هدف در نظر گرفته می‌شد [۱۷].

در ادامه چشم‌های آزمودنی با استفاده از چشم بند بسته شده و از او خواسته می‌شد که سر را در وضعیت قائم نگه دارد. زمانی که آزمودنی در وضعیت ثابت قرار گرفت می‌بایست روی صفحه گوشی کلیک می‌کرد تا دستگاه کالیبره شده و این وضعیت به‌عنوان وضعیت مرجع در حافظه دستگاه ثبت شود. در ادامه تنظیمات دستگاه را از طریق اپلیکیشن مربوطه، روی وضعیت یکی از سطوح ارزیابی (ساجیتال، فرونتال یا هوریزونتال) قرار داده و از آزمودنی خواسته می‌شد زاویه‌ای که به‌عنوان زاویه هدف بر روی آن سطح مشخص کرده بودیم را بازسازی کند. هنگامی که شخص با کمک راهنمایی‌های آزمونگر به زاویه مورد نظر رسید از وی خواسته می‌شد ضمن کلیک بر روی صفحه گوشی (که موجب ثبت این زاویه به‌عنوان زاویه هدف در حافظه دستگاه می‌شد) سعی کند آن زاویه را به خاطر بسپارد. سپس از آزمودنی خواسته می‌شد سر را به وضعیت مرجع برگرداند و سعی کند زاویه هدف را بازسازی کند. آزمودنی دقیقاً در لحظه‌ای که احساس می‌کند به زاویه هدف رسیده است روی صفحه گوشی کلیک کرده و زاویه بازسازی شده را ثبت می‌کند. لازم به ذکر است که زاویه نمایش شده روی مانیتور این دستگاه که بر روی پیشانی قرار دارد در حقیقت بیانگر تفاضل زاویه بازسازی شده و زاویه هدف می‌باشد که علاوه بر ثبت شدن در حافظه دستگاه، به‌صورت فریز شده روی این نمایش‌گر نیز قرار گرفته تا آزمونگر در صورت نیاز آن را ثبت کند. در ادامه مجدداً از آزمودنی خواسته می‌شد روی صفحه گوشی کلیک کرده تا عدد ثبت شده روی مانیتور از حالت فریز خارج شده و آماده تکرار این آزمون شود. با توجه به این تنظیمات می‌توان هر زاویه هدف را چندین مرتبه مورد ارزیابی قرار داد و در عین حال تمامی اطلاعات ارزیابی به‌صورت ذخیره در حافظه دستگاه نیز ثبت شود. در ادامه تنظیمات سطح مورد ارزیابی را تغییر داده و اندازه‌گیری‌ها را به ترتیبی که در بالا توضیح داده شد برای سایر سطوح و محورهای حرکتی سر و گردن نیز اجرا می‌کنیم. به این ترتیب تمامی اعداد به‌دست آمده (که بیانگر خطای بازسازی زوایای گردنی هستند) به‌عنوان میزان دقت اطلاعات حس عمقی گردن ثبت شده و در اختیار آزمونگر قرار می‌گیرد.

**ارزیابی حس عمقی گردن با استفاده از دستگاه CROM:**

ابزاری که به‌عنوان معیار در تحقیق حاضر مورد استفاده قرار گرفت شامل دستگاه CROM مدل Basic ساخت شرکت Performance Attainment Associates کشور آمریکا بود. این ابزار از دقت بالایی در ارزیابی زوایای گردنی برخوردار بوده (۱/۲-۰/۹ درجه) و تکرارپذیری نتایج آن در حدود ICC:۰/۷۱-۰/۷۷ (Intra-class correlation coefficient، ضریب همبستگی درون‌طبقه‌ای) گزارش شده است [۳، ۷]. این دستگاه دارای سه عقربه می‌باشد که در سه سطح و محور مختلف به منظور ارزیابی زوایای حرکتی در جهات خم کردن سر و گردن به جلو و عقب، خم کردن جانبی و هم‌چنین چرخش به سمت چپ و راست تعبیه شده‌اند.



[ Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-08 ]
[ DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.9.2.5 ]
[ DOI: 10.52547/jrums.21.9.911 ]

در این‌جا نیز به منظور اندازه‌گیری حس عمقی گردن ابتدا از آزمودنی خواسته می‌شد روی صندلی نشسته و دستگاه CROM را به نحوی روی سر قرار دهد که به خوبی روی آن جاسازی شود. سپس با حذف اطلاعات بینایی با استفاده از چشم بند از آزمودنی خواسته می‌شد سر را در زاویه هدف قرار داده و سعی کند آن را در حافظه خود ثبت کند. پس از آموزش زاویه هدف می‌بایست سر به وضعیت خنثی برگشته و این بار زاویه هدف بدون راهنمایی آزمونگر بازسازی می‌شد. در همین راستا پس از آن‌که آزمودنی احساس می‌کرد زاویه هدف را بازسازی کرده است از واژه "رسیدم" استفاده می‌کرد تا آزمونگر نسبت به ثبت زاویه مذکور به‌عنوان زاویه بازسازی اقدام کند. در این‌جا هم به منظور محاسبات آماری، از تفاضل زاویه هدف و زاویه بازسازی شده توسط آزمودنی‌ها استفاده شد و این تفاضل به‌عنوان خطای مطلق بازسازی در نظر گرفته شد [۱].

به منظور افزایش دقت اندازه‌گیری در تحقیق حاضر، هر کدام از زوایای هدف ۳ مرتبه مورد ارزیابی قرار می‌گرفت و میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده در این ۳ تکرار به‌عنوان رکورد افراد مورد ارزیابی‌های بعدی قرار می‌گرفت. لازم به ذکر است که پس از هر تکرار حدود ۳۰ ثانیه زمان استراحت برای آزمودنی‌ها در نظر گرفته می‌شد. هم‌چنین، برای ایجاد شرایط یکسان برای آزمودنی‌ها تمامی اندازه‌گیری‌ها در شرایط زمانی مشابه (ساعت ۹ الی ۱۲ ظهر) صورت می‌گرفت [۱۸].

در نهایت اطلاعات خام به‌دست آمده از متغیرهای تحقیق حاضر با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند. بدین ترتیب پس از تأیید نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Shapiro-Wilk (P>۰/۰۵)، از ضریب همبستگی Pearson برای محاسبه روایی هم‌زمان هدبند دیجیتال و از ضریب همبستگی درون طبقه‌ای (ICC) نیز برای محاسبه پایایی دستگاه استفاده شد. لازم به ذکر است که هر یک از آزمودنی‌ها در ۳ جلسه به فاصله ۷ روز مورد ارزیابی قرار گرفتند، به‌طوری‌که جهت ارزیابی پایایی درون آزمونگر (Intra-tester)، جلسه اول و دوم اندازه‌گیری توسط یک ارزیاب انجام گرفت و برای ارزیابی پایایی بین آزمونگر (Inter-tester) نیز جلسه سوم ارزیابی توسط آزمونگر دیگری صورت پذیرفت [۱۹]. سطح معنی‌داری در آزمون‌ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

## نتایج

نمونه‌های تحقیق حاضر شامل ۴۰ نفر از مردان ساکن در شهرستان خرم‌آباد با دامنه سنی ۱۸-۶۰ سال و میانگین و انحراف معیار سنی ۸/۷۸ ± ۳۶/۲۸ سال بودند. هم‌چنین، میانگین و انحراف معیار متغیرهای قد و وزن این افراد به ترتیب ۶/۱۰ ± ۱۷۳/۵۷ سانتی‌متر و ۵/۵۵ ± ۶۸/۰۲ کیلوگرم بود.

جهت ارزیابی روایی هم‌زمان هدبند دیجیتال و دستگاه CROM از آزمون همبستگی Pearson استفاده شد که اطلاعات مربوط به آن در جدول ۱ گزارش شده است. همان طور که مشاهده می‌شود این مقادیر بیانگر همبستگی بسیار بالا در تمامی سطوح مورد ارزیابی می‌باشند (r:۰/۸۴-۰/۸۹).



[ Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-08 ]
[ DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.9.2.5 ]
[ DOI: 10.52547/jrums.21.9.911 ]

[ Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.9.2.5 ]

[ DOI: 10.52547/jrums.21.9.911 ]

***جدول ۱- روایی هم‌زمان دستگاه هدبند دیجیتال با استفاده از آزمون همبستگی Pearson***

| حرکات گردن | مقادیر خطای بازسازی بر حسب درجه | | ضریب همبستگی (r) |
|---|---|---|---|
| | CROM (روز اول) انحراف معیار ± میانگین | هدبند دیجیتال (روز اول) انحراف معیار ± میانگین | |
| خم شدن | ۲/۳۰ ± ۱/۲۷ | ۲/۱۸ ± ۰/۹۹ | ۰/۸۷۷* |
| باز شدن | ۳/۰۵ ± ۱/۴۵ | ۳/۲۰ ± ۱/۲۸ | ۰/۸۵۳* |
| خم شدن به راست | ۱/۵۱ ± ۱/۰۴ | ۱/۷۳ ± ۰/۸۸ | ۰/۸۶۷* |
| خم شدن به چپ | ۱/۸۱ ± ۰/۸۹ | ۱/۶۵ ± ۱/۱۳ | ۰/۸۹۲* |
| چرخش به راست | ۲/۵۶ ± ۱/۳۱ | ۲/۳۶ ± ۰/۸۶ | ۰/۸۴۱* |
| چرخش به چپ | ۲/۷۱ ± ۱/۳۶ | ۲/۴۸ ± ۱/۱۷ | ۰/۸۸۱* |

*$P<۰/۰۰۱$

در ادامه از آزمون ضریب همبستگی درون طبقه‌ای جهت محاسبه پایایی درون‌آزمونگر و بین‌آزمونگر دستگاه هدبند دیجیتال استفاده شد. بر این اساس نتایج حاصل از اندازه گیری‌های مکرر نشان داد که ثبات و پایایی بسیار خوبی در اطلاعات حاصل از هدبند دیجیتال وجود دارد و همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، پایایی درون ارزیاب این ابزار بسیار خوب (ICC:۰/۸۹-۰/۹۴) گزارش شده است. از طرفی نتایج به دست آمده از این آزمون هم‌چنین نشان داد که دستگاه هدبند دیجیتال دارای پایایی بین آزمونگر بسیار بالایی (ICC:۰/۸۷-۰/۹۳) نیز می‌باشد که نتایج آن در جدول ۲ قابل مشاهده است.

***جدول۲- نتایج آزمون ضریب همبستگی درون طبقه‌ای (ICC) به منظور ارزیابی پایایی درون‌آزمونگر و بین‌آزمونگر دستگاه هدبند دیجیتال***

| حرکات گردن | مقادیر خطای بازسازی بر حسب درجه | | | ICC درون آزمونگر (روز اول و روز دوم) | ICC بین آزمونگر (روز اول و روز سوم) |
|---|---|---|---|---|---|
| | روز اول انحراف معیار ± میانگین | روز دوم انحراف معیار ± میانگین | روز سوم انحراف معیار ± میانگین | | |
| خم شدن | ۲/۱۸ ± ۰/۹۹ | ۱/۹۱ ± ۱/۱۵ | ۱/۹۸ ± ۰/۹۲ | ۰/۹۱۵* | ۰/۹۱۳* |
| باز شدن | ۳/۲۰ ± ۱/۲۸ | ۲/۸۸ ± ۱/۱۱ | ۳/۰۱ ± ۱/۰۸ | ۰/۸۹۲* | ۰/۸۹۸* |
| خم شدن به راست | ۱/۷۳ ± ۰/۸۸ | ۱/۶۶ ± ۰/۹۱ | ۱/۶۱ ± ۰/۷۶ | ۰/۹۴۱* | ۰/۹۲۵* |
| خم شدن به چپ | ۱/۶۵ ± ۱/۱۳ | ۱/۸۶ ± ۱/۲۶ | ۱/۵۰ ± ۱/۱۱ | ۰/۹۱۷* | ۰/۹۰۸* |
| چرخش به راست | ۲/۳۶ ± ۰/۸۶ | ۲/۲۱ ± ۱/۰۴ | ۲/۵۱ ± ۱/۲۰ | ۰/۹۲۹* | ۰/۸۷۹* |
| چرخش به چپ | ۲/۴۸ ± ۱/۱۷ | ۲/۶۵ ± ۱/۴۲ | ۲/۵۶ ±۱ /۳۵ | ۰/۹۰۹* | ۰/۹۳۴* |

*$P<۰/۰۰۱$

## بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که بین اطلاعات ثبت شده توسط ابزار هدبند دیجیتال و هم‌چنین دستگاه CROM در تمامی زوایای مورد بررسی همبستگی معنی‌داری وجود دارد. در همین راستا همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، ضریب همبستگی Pearson بین نتایج حاصل از دو دستگاه مذکور r:۰/۸۴-۰/۸۹ گزارش شده است که با توجه به منابع این مقادیر نشان دهنده همبستگی بسیار قوی بین این دو ابزار در ارزیابی دقت حس عمقی گردن می‌باشد [۲۰]. با توجه به این نتایج به نظر می‌رسد ابزار هدبند دیجیتال دارای روایی مناسبی جهت ارزیابی دقت حس عمقی گردن بوده و می‌تواند اطلاعاتی را مشابه با دستگاه CROM در اختیار کاربران قرار دهد.

نتایج هم‌چنین نشان داد که اطلاعات به دست آمده از دستگاه هدبند دیجیتال دارای پایایی درون آزمونگر بسیار خوبی در ارزیابی تمامی حرکات مورد بررسی می‌باشد (ICC:۰/۸۹-۰/۹۴). این یافته‌ها حاکی از بالا بودن میزان پایایی، دقت و حساسیت دستگاه هدبند دیجیتال در مقایسه با دستگاه CROM می‌باشد. در تأیید این ادعا می‌توان به یافته‌های Reddy و همکاران اشاره کرد که طی تحقیقی به بررسی تکرارپذیری اطلاعات به دست آمده از دستگاه CROM پرداختند و در نهایت این ابزار را به‌عنوان روشی مناسب جهت ارزیابی حس عمقی گردن معرفی کردند [۱۲]. مقایسه نتایج تحقیق مذکور با یافته‌های تحقیق حاضر نشان می‌دهد که مقادیر پایایی برای دستگاه هدبند دیجیتال در تمامی سطوح مورد بررسی تا حدودی بالاتر از دستگاه CROM گزارش شده است. به نظر می‌رسد از آن‌جا که دقت اندازه‌گیری‌های هدبند دیجیتال در حد ۰/۱ درجه بوده و آزمونگر هیچ مداخله دستی در ثبت اندازه تکرارها ندارد و از طرفی با توجه به این‌که تمام رکوردهای ثبت شده پس از ذخیره شدن در حافظه دستگاه به سادگی قابل دسترسی می‌باشد کسب چنین نتایجی دور از انتظار نمی‌باشد. مسلماً هر چقدر ابزار اندازه‌گیری دقیق‌تر و حساس‌تر باشد و از طرفی برخی عوامل مداخله‌گر مانند خطاهای آزمونگر به شکل مؤثرتری کنترل شود میزان پایایی دستگاه نیز به حد بالاتری خواهد رسید.

در خصوص پایایی بین آزمونگر نیز بر اساس نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر به نظر می‌رسد که دستگاه هدبند دیجیتال دارای پایایی بین آزمونگر مناسب‌تری (ICC:۰/۸۷-۰/۹۳) در مقایسه با دیگر روش‌های ارزیابی می‌باشد. در همین راستا می‌توان به نتایج تحقیق Burke و همکاران اشاره کرد که طی تحقیقی گزارش کرده‌اند دستگاه CROM دارای پایایی بین آزمونگر نسبتاً بالایی (۰/۷۷-ICC:۰/۷۱) در ارزیابی حس عمقی گردن می‌باشد [۷]. هم‌چنین، بررسی دقت حس عمقی گردن با استفاده از دستگاه لیزر حاکی از آن بود که پایایی بین آزمونگر آن حدود ۰/۷۵-ICC:۰/۵۸ می‌باشد که مقادیر پایین‌تری در مقایسه با دستگاه معرفی شده در تحقیق حاضر می‌باشد [۷].

دلیل این اختلاف احتمالاً تفاوت در نحوه ثبت رکوردها می‌باشد. در حقیقت همان‌طور که پیش از این هم اشاره شد، در اکثر ابزار پیشین به منظور ارزیابی دقت حس عمقی گردن از آزمودنی خواسته می‌شد که پس از بازسازی زاویه



[ Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-08 ]
[ DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.9.2.5 ]
[ DOI: 10.52547/jrums.21.9.911 ]

هدف از واژه‌ای مثل "رسیدم" استفاده کند تا آزمونگر بتواند زاویه بازسازی شده را ثبت کند. از آن‌جا که یک فاصله زمانی بین احساس رسیدن به زاویه هدف (توسط آزمودنی) و ثبت آن زاویه (توسط آزمونگر) وجود دارد ممکن است تغییراتی در زاویه بازسازی شده صورت بگیرد که نتایج آزمون را تا حدودی با خطا همراه کند. این در حالی است که در ارزیابی حس عمقی توسط هدبند دیجیتال، آزمودنی دقیقا در لحظه‌ای که احساس می‌کند به زاویه هدف رسیده است خودش با کلیک بر روی صفحه گوشی آن زاویه را در حافظه دستگاه ثبت کرده و سرعت عمل یا دقت آزمونگر تأثیری بر نتیجه آزمون نخواهد داشت.

البته می‌بایست مجدداً به این نکته اشاره شود که نحوه ارزیابی در برخی از تحقیقات پیشین تا حدودی مشابه با تحقیق حاضر بوده و برخی از محدودیت‌های موجود در ابزار پیشین را پوشش می‌دهند. از طرفی نیز با توجه به این‌که میزان خطای اندازه‌گیری در برخی از ابزار مورد استفاده در این تحقیقات کمتر از ۰/۱ درجه گزارش شده است، دست-یابی به اطلاعات دقیق و حتی پایاتر از تحقیق حاضر نیز برای آن‌ها دور از انتظار نمی‌باشد. با این وجود از آن‌جا که ابزار مورد استفاده در این تحقیقات جزء ابزار آزمایشگاهی پر هزینه و عمدتاً گران‌قیمت محسوب می‌شود، دسترسی به آن‌ها برای اکثر افراد به سادگی امکان‌پذیر نمی‌باشد [۱۳، ۱۱-۹]. این در حالی است که دستگاه حاضر ضمن مقرون به صرفه بودن از نظر اقتصادی، دقت و پایایی مشابهی را در ارائه نتایج به همراه داشته است که می‌تواند قابلیت استفاده از آن را نسبت به ابزار مشابه برتری بخشد.

علاوه بر موارد فوق، دستگاه هدبند دیجیتال در مقایسه با سایر روش‌های ذکر شده سرعت به مراتب بالاتری در اجرا و هم‌چنین تجزیه و تحلیل نتایج به همراه دارد به نحوی که با اجرای سیستمیک محاسبات ریاضی، تفاضل زاویه بازسازی شده و زاویه هدف را هر بار به‌صورت لحظه‌ای محاسبه کرده و با ثبت آن در حافظه دستگاه امکان دسترسی سریع‌تر به نتایج آزمون را امکان پذیر می‌سازد.

شایان ذکر است که به منظور استفاده از نتایج به دست آمده از این تحقیق می‌بایست به محدودیت‌های آن نیز توجه ویژه داشت. یکی از محدودیت‌ها این بود که تمامی آزمودنی های این تحقیق از ناحیه گردنی سالم بودند و از آن‌جا که فرآیندهای التهابی و یا آسیب‌ها ممکن است اطلاعات خروجی را تحت تأثیر قرار دهد، باید درخصوص تعمیم یافته های به دست آمده از تحقیق حاضر به جمعیت‌های آسیب - دیده احتیاط نمود. در همین راستا پیشنهاد می‌شود که تحقیق مشابهی بر روی افراد مبتلا به اختلالات گردنی هم انجام شود تا قابلیت تعمیم اطلاعات حاصل از هدبند دیجینال به این افراد نیز مورد بررسی قرار بگیرد. هم‌چنین، با توجه به این‌که طرح مطالعه حاضر از نوع توصیفی بود، پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های آتی و در قالب تحقیقات مداخله‌ای از هدبند دیجیتال برای ارزیابی دقت حس عمقی گردن و تغییرات آن پس از اِعمال برنامه‌های آموزشی یا توان‌بخشی مختلف استفاده شود.

## نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که دستگاه هدبند دیجیتال از روایی و پایایی مطلوبی در ارزیابی دقت حس



[ Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-08 ]
[ DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.9.2.5 ]
[ DOI: 10.52547/jrums.21.9.911 ]

عمقی گردن در تمامی سطوح حرکتی برخوردار می‌باشد. از این رو با توجه به نقشی که دقت حس عمقی گردن در سلامت سیستم اسکلتی-عضلانی و هم‌چنین پیش‌گیری از بروز دردهایی ناحیه گردنی دارد، می‌توان از دستگاه هدبند دیجیتال به‌عنوان ابزاری مناسب جهت شناسایی افراد مبتلا به اختلالات حس عمقی در ناحیه سر و گردن استفاده کرد.

**تشکر و قدردانی**

به این وسیله از تمامی آزمودنی‌های شرکت کننده در این مطالعه به‌خاطر همکاری ارزنده‌شان و هم‌چنین از دانشگاه لرستان بابت حمایت مالی از این پژوهش نهایت قدردانی را داریم.

## References

[1] Choromzadeh M, Ahmadi A, Marufi N, Rajabi R. Comparison of cervical repositioning error between basketball and badminton players and control group. *J Mod Rehabil* 2015; 9(1): 17-22. [Farsi]

[2] Alvandi F, Letafatkar A. The effect of Respiratory Exercises on Pain Disability Proprioception and Forward Head Angle in Female patients with chronic neck pain. *J Anesth Pain* 2018; 3(8): 44-54. [Farsi]

[3] Audette I, Dumas JP, Côté JN, De Serres SJ. Validity and between-day reliability of the cervical range of motion (CROM) device. *J Orthop Sports Physl Ther* 2010; 40(5): 318-23.

[4] Alshahrani A, Aly SM, Abdrabo MS, Asiri FY. Impact of smartphone usage on cervical proprioception and balance in healthy adults. *Biomed Res* 2018; 29(12): 2547-52.

[5] Tousignant-Laflamme Y, Boutin N, Dion AM, Vallée CA. Reliability and criterion validity of two applications of the iPhone™ to measure cervical range of motion in healthy participants. *J Neuroeng Rehabil* 2013; 10(1): 1-9.

[6] Alahmari K, Reddy RS, Silvian P, Ahmad I, Nagaraj V, Mahtab M. Intra-and inter-rater reliability of neutral head position and target head position tests in patients with and without neck pain. *Braz J Phys Ther* 2017; 21(4): 259-67.

[7] Burke S, Lynch K, Moghul Z, Young C, Saviola K, Schenk R. The reliability of the cervical relocation test on people with and without a history of neck pain. *J Man Manip Ther* 2016; 24(4): 210-4.

[8] Roren A, Mayoux-Benhamou MA, Fayad F, Poiraudeau S, Lantz D, Revel M. Comparison of visual and ultrasound based techniques to measure head repositioning in healthy and neck-pain subjects. *Man Ther* 2009; 14(3): 270-7.

[9] Shaghayegh-Fard B, Ahmadi A, Maroufi N, Sarrafzadeh J. The evaluation of cervical position



[ Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-08 ]
[ DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.9.2.5 ]
[ DOI: 10.52547/jrums.21.9.911 ]

sense in forward head posture subjects and its comparison with normal subjects. *Rehabilitation* 2015; 16(1): 48-57. [Farsi]

[10] Nagai T, Clark NC, Abt JP, Sell TC, Heebner NR, Smalley BW, et al. The effect of target position on the accuracy of cervical-spine-rotation active joint-position sense. *J Sport Rehabil* 2016; 25(1): 58-63.

[11] Lopomo NF, Mosna P, Lenzi SE, Standoli CE, Perego P, Negrini S, et al. A Reliable and Inexpensive Integration of Virtual Reality and Digital Human Modelling to Estimate Cervical Spine Function. InInternational Conference on Human-Computer Interaction. *Springer* Cham; 2020: 178-93.

[12] Reddy RS, Alahmari KA, Silvian PS. Test-retest reliability of assessing cervical proprioception using cervical range of motion device. *Saudi J Sports Med* 2016; 16(2): 118-23.

[13] Artz NJ, Adams MA, Dolan P. Sensorimotor function of the cervical spine in healthy volunteers. *Clin Biomech* 2015; 30(3): 260-8.

[14] Rodríguez-Sanz J, Carrasco-Uribarren A, Cabanillas-Barea S, Hidalgo-García C, Fanlo-Mazas P, Lucha-López MO, et al. Validity and reliability of two Smartphone applications to measure the lower and upper cervical spine range of motion in subjects with chronic cervical pain. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2019; 32(4): 619-27.

[15] Raoofi Z, Ahmadi A, Maroufi N, Sarrafzadeh J. Comparison of cervical repositioning error in individuals with forward head posture with and without neck pain. *JMUMS* 2016; 26(139): 73-83. [Farsi]

[16] Bujang MA, Baharum N. A simplified guide to determination of sample size requirements for estimating the value of intraclass correlation coefficient: a review. *Arch Orofac Sci* 2017; 12(1): 1-11.

[17] Clark NC, Röijezon U, Treleaven J. Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 2: Clinical assessment and intervention. *Man Ther* 2015; 20(3): 378-87.

[18] Yadollahi M, Ahmadi A, Sarafzadeh J, Maarufi N, Rajabi R, Mousavi S, et al. Comparison of craniocervical region repositioning error between wrestlers, taekwondo players and non-athlete subjects. *J Mod Rehabil* 2016; 9(5): 21-9.

[19] Chaves TC, Nagamine HM, Belli JF, De Hannai MC, Bevilaqua-Grossi D, De Oliveira AS. Reliability of fleximetry and goniometry for assessing cervical range of motion among children. *Braz J Phys Ther* 2008; 12(4): 283-9.

[20] Pallant J. SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using IBM SPSS. 6th ed, NY, Mc Graw Hill. 2020; p: 89.



[ Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-08 ]
[ DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.9.2.5 ]
[ DOI: 10.52547/jrums.21.9.911 ]

# Designing, Fabricating, and Testing the Validity and Reliability of the Digital Headband for Cervical Proprioception Assessment: A Descriptive Study

**Ramin Beyranvand[1], Seyed Mohammad Hosseini[2], Rahim Mirnasouri[3], Mohammad Hossein Abdipour Monfared[4]**

**Received: 28/09/22 Sent for Revision: 08/11/22 Received Revised Manuscript: 07/12/22 Accepted: 10/12/22**

**Background and Objectives:** Accuracy of proprioceptive input plays an important role in cervical motor control. Several methods have been used to evaluate the accuracy of proprioceptive input as a factor of cervical injury prevention or rehabilitation. The aim of this study was to introduce a new tool for evaluating the accuracy of cervical proprioception and determine its validity and reliability.

**Materials and Methods:** In this descriptive study, 40 men aged 18-60 years were selected as subjects based on inclusion and exclusion criteria, and their cervical repositioning errors were evaluated by using Digital Headband and Cervical Range of Motion (CROM) device as a gold standard in measuring cervical angles. After collecting the required information, Pearson's correlation coefficient and intra-class correlation coefficient (ICC) were used in order to determine the validity and intra-rater and inter-rater reliability, respectively.

**Results:** The results showed that Digital Headband has a very high validity (r: 0.84-0.89) and great intra-rater and inter-rater reliability (ICC: 0.89-0.94 and ICC: 0.87-0.93, respectively) for assessing the accuracy of cervical proprioception ($p<0.05$).

**Conclusion:** Digital Headband as an accurate, cost-effective, and easy-to-use tool, providing cervical proprioceptive information in the shortest time, can be a good alternative to other methods of cervical proprioception assessment.

**Key words:** Digital Headband, Proprioception, Neck, Validity, Reliability

**Funding:** This study was funded by Lorestan University of Medical Sciences.

**Conflict of interest:** None declared.

**Ethical approval:** The Ethics Committee of Lorestan University of Medical Sciences approved the study (IR.LUMS.REC.1399.386).

**How to cite this article:** Beyranvand Ramin, Hosseini Seyed Mohammad, Mirnasouri Rahim, Abdipour Monfared Mohammad Hossein. Designing, Fabricating, and Testing the Validity and Reliability of the Digital Headband for Cervical Proprioception Assessment: A Descriptive Study. *J Rafsanjan Univ Med Sci* 2022; 21 (9): 911-22. [Farsi]

*1- Assistant Prof., Dept. of Sport Sciences, Faculty of Literature and Humanities, Lorestan University, Khorramabad, Iran*
*ORCID: 0000-0001-8437-7232*
*(Corresponding Author) Tel: (0661) 4221367, Fax: (0661) 4221367, E-mail: beyranvand.ra@lu.ac.ir*
*2- Assistant Prof., Dept. of Health and Sport Rehabilitation, Faculty of Sport Sciences and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran*
*3- Assistant Prof., Dept.of Sport Sciences, Faculty of Literature and Humanities, Lorestan University, Khorramabad, Iran*
*4- BE, Dept.of Electrical Engineering, Technical and Vocational University, Khorramabad, Iran*



[ Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-08 ]
[ DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.9.2.5 ]
[ DOI: 10.52547/jrums.21.9.911 ]