Received: 2022/08/15
Accepted: 2023/02/14
How to cite:
Chaharmahali L, Gandomi F, Yalfani A, Fazaeli A. Evaluation of cerebral waves related to balance, pain, and knee proprioception among women with knee osteoarthritis with and without knee instability. EBNESINA 2023;25(2):24-35.
DOI: 10.22034/25.2.24

Original Article

Evaluation of cerebral waves related to balance, pain, and knee proprioception among women with knee osteoarthritis with and without knee instability

Liana Chaharmahali[1], Farzaneh Gandomi[2]✉, Ali Yalfani[3], Alireza Fazaeli[4]

Abstract

Background and aims: Todays, various methods are used to evaluate the severity of knee instability in patients with knee osteoarthritis (KOA). The aim of this study was to compare the state of brain waves related to balance, pain, and proprioception among KOA women with and without knee instability.

Methods: In this cross-sectional study, 60 female KOA patients were selected, and based on the instability index scores, were divided into two groups of 30 people with and without knee instability. Pain was evaluated with visual analogue scales (VAS), knee proprioception with angle reconstruction error and goniometer, balance with Berg Balance Scale (BBS), and brain wave analysis with ProComp Infiniti device. The Fitzgerald scale was also used to assign subjects to groups with and without knee instability. Then, the two groups were compared.

Results: There was no significant difference between the mean scores of brain waves related to balance between the two groups. However, there was a significant difference between the two groups in knee proprioception at the target angles of 45° (both legs: p=0.0001) and 70° (right leg: p=0.003 and left leg: p=0.001). Also, a significant difference was observed between the two groups in balance scores (p=0.0001).

Conclusion: The evaluation of brain waves associated with balance in KOA patients cannot provide useful and practical information to identify people with knee instability. However, the sense of proprioception and balance in these people are distinct and can be factors to identify people prone to knee instability in these patients.

Keywords: Osteoarthritis, Knee, Joint Instability, Postural Balance

1. MSc student, Sport Injuries and Corrective Exercises Department, Faculty of physical education and sport sciences, Razi University, Kermanshah, Iran
2. Assistant professor, Sport Injuries and Corrective Exercises Department, Faculty of physical education and sport sciences, Razi University, Kermanshah, Iran
3. Professor, Sport Injuries and Corrective Exercises Department, Faculty of physical education and sport sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
4. Assistant professor, Rheumatology Department, Hamedan University of Medical Sciences, Hamedan, Iran

✉ Corresponding Author:
Farzaneh Gandomi
Address: Sport Injuries and Corrective Exercises Department, Faculty of physical education and sport sciences, Razi University, Kermanshah, Iran
Tel: +98 (83) 34283267
E-mail: gandomi777@gmail.com

OPEN ACCESS
Copyright© 2023. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms. Downloaded from: http://www.ebnesina.ajaums.ac.ir

مقاله تحقیقی

مقایسه وضعیت امواج مغزی مربوط به تعادل، درد و حس عمقی در زنان دارای استئوآرتریت با و بدون ناپایداری زانو

لیانا چهارمحالی[1]، فرزانه گندمی[2]✉، علی یلفانی[3]، علیرضا فضائلی[4]

چکیده

زمینه و اهداف: امروزه جهت ارزیابی شدت ناپایداری زانو در بیماران مبتلا به استئوآرتریت زانو از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. هدف این مطالعه مقایسه وضعیت امواج مغزی مربوط به تعادل، درد و حس عمقی در زنان دارای استئوآرتریت با و بدون ناپایداری زانو بود.

روش بررسی: در این مطالعه مقطعی، ۶۰ بیمار زن مبتلا به استئوآرتریت زانو شرکت نمودند که بر اساس نمرات شاخص ناپایداری، در دو گروه ۳۰ نفره با و بدون ناپایداری زانو قرار گرفتند. درد با مقیاس آنالوگ بصری، حس عمقی زانو با خطای بازسازی زاویه و گونیامتر، تعادل با شاخص برگ و تحلیل امواج مغزی با دستگاه پروکامپ اینفینیتی ارزیابی گردید. جهت تخصیص آزمودنی‌ها به گروه‌های با و بدون ناپایداری زانو نیز از مقیاس فیتزجرالد استفاده شد. سپس دو گروه با هم مقایسه شدند.

یافته‌ها: میانگین نمرات امواج مغزی مربوط به تعادل، بین دو گروه تفاوت معنی‌دار نداشت. اما حس عمقی زانو در زاویه هدف ۴۵ درجه (هر دو پا، $p=۰/۰۰۰۱$) و در زاویه هدف ۷۰ درجه (پای راست: $p=۰/۰۰۳$ و پای چپ: $p=۰/۰۰۱$) بین دو گروه تفاوت معناداری داشت. همچنین بین دو گروه در نمرات تعادل تفاوت معناداری مشاهده شد ($p=۰/۰۰۰۱$).

نتیجه‌گیری: مطالعه امواج مغزی مرتبط با تعادل در بیماران مبتلا به استئوآرتریت زانو، نمی‌تواند اطلاعات مفید و کاربردی جهت شناسایی افراد با ویژگی ناپایداری زانو در بدهد. با این حال حس عمقی و تعادل در این افراد متمایز بوده و می‌توانند فاکتورهایی جهت تشخیص افراد در معرض ناپایداری زانو در این بیماران باشند.

کلمات کلیدی: استئوآرتریت، زانو، ناپایداری مفصل، کنترل وضعیت

فصلنامه علمی پژوهشی ابن‌سینا / اداره بهداشت، امداد و درمان نهاجا (سال بیست و پنجم، شماره دوم، تابستان ۱۴۰۲، مسلسل ۸۳)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۵/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۲۵

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه رازی، دانشکده علوم ورزشی، گروه حرکات اصلاحی و آسیب‌شناسی ورزشی، کرمانشاه، ایران
۲. استادیار، دانشگاه رازی، دانشکده علوم ورزشی، گروه حرکات اصلاحی و آسیب‌شناسی ورزشی، کرمانشاه، ایران
۳. استاد، دانشگاه بوعلی‌سینا، دانشکده علوم ورزشی، گروه حرکات اصلاحی و آسیب‌شناسی ورزشی، همدان، ایران
۳. استادیار، دانشگاه علوم پزشکی همدان، گروه روماتولوژی، همدان، ایران

✉نویسنده مسئول: فرزانه گندمی
آدرس: دانشگاه رازی، دانشکده علوم ورزشی، گروه حرکات اصلاحی و آسیب‌شناسی ورزشی، کرمانشاه، ایران
تلفن: ۳۴۲۸۳۲۶۷ (۸۳) ۹۸+
ایمیل: gandomi777@gmail.com

همه حقوق مادی و معنوی این اثر به فصلنامه علمی پژوهشی ابن‌سینا / اداره بهداشت، امداد و درمان نهاجا تعلق دارد.

مقدمه

طی دهه‌های اخیر، ناپایداری زانو[1] با شیوع ۸۰-۶۰٪، به عنوان یک مشکل رایج در میان بیماران مبتلا به استئوآرتریت زانو (KOA)[2] گزارش شده است [۱] و به طور معمول با واژه‌هایی چون «خالی کردن»، «لغزش»، «کمانش» یا «عدم اعتماد به زانو» تعریف شده است [۲]. در واقع، وضعیت خالی کردن زانو، با احساس بی ثباتی، عدم تعادل ناگهانی و کاهش حمایت وضعیتی[3] در سراسر مفصل زانو همراه بوده و سبب از دست رفتن اعتماد فرد به زانو هنگام تحمل وزن می‌گردد [۳، ۴]. براساس مطالعات صورت گرفته می‌توان عنوان نمود که خالی کردن زانو می‌تواند یک واکنش طبیعی مفصل برای پیشگیری از وارد آمدن آسیب بیشتر به مفصل زانو در این بیماران باشد؛ چرا که وجود همزمان درد و ناپایداری زانو سبب سایش شدید غضروف مفصلی و در نتیجه اضافه بار در زنجیره حرکتی اندام تحتانی شده و به صورت بازتابی مانع پاسخ‌های حرکتی مناسب و به موقع عضلات اطراف زانو شده [۲] و بر فاکتورهایی چون تعادل [۵] کنترل وضعیت افراد مبتلا به KOA تأثیر گذاشته و آنها را در معرض خطر سقوط قرار می‌دهد [۶].

تعادل، به عنوان توانایی بدن برای حفظ مرکز ثقل بدن[4] درون سطح اتکا[5] [۶] تعریف شده است که یک مهارت حرکتی پیچیده بوده و به ارتباط مؤثر دو سیستم اعصاب مرکزی و محیطی وابسته است. اعصاب مرکزی با پردازش اطلاعات حسی و حرکتی دریافتی از سیستم اعصاب محیطی [۷] بهترین استراتژی برای حفظ یا بازیابی تعادل را به کار می‌گیرند [۸]. اما در بیماران مبتلا به KOA همراه با ناپایداری که بی‌ثباتی مفصل زانو ویژگی عمده آن است، مطالعات کاهش تعادل و افزایش سقوط را تا ۱۲٪ گزارش نموده‌اند، این شرایط با بروز اختلال در پردازش اطلاعات ورودی به سیستم مرکزی سبب شده بیماران اعتماد کمتری به عملکرد زانو[6] خود داشته و با حس ترس از افتادن مواجه شوند که در مقایسه با بیماران مبتلا به استئوآرتریت زانو بدون ویژگی ناپایداری، کاهش ۴۴٪ عملکرد بدنی را در بر داشته است [۱، ۴]. مسئله افزایش سقوط و آسیب‌های ناشی از آن به نوبه خود هزینه‌های درمانی بیماران را افزایش داده است [۶].

در میان مطالعات زیادی که در حوزه تعادل و بهبود عملکرد بیماران مبتلا به استئوآرتریت زانو با رویکرد مطالعه سیستم اعصاب مرکزی پرداخته‌اند [۲]، می‌توان به شیوه‌های تقریباً جدید غیرتهاجمی و پرکاربردی مانند بیوفیدبک یا نوروفیدبک [۹] اشاره نمود که، به‌عنوان یکی از مطلوب‌ترین روش‌های عینی بررسی فعالیت‌های مغزی گزارش شده است [۸]. در بررسی امواج مغزی هر فردی ۵ نوع الگوی الکتریکی در قشر مغز خود نشان می‌دهد که، هر کدام از این امواج مغزی دارای یک طول موج و یک فرکانس یا بسامد خاص هستند که به ترتیب از بیشترین فرکانس (کوتاهترین طول موج) تا کمترین فرکانس (بالاترین طول موج) را در بر دارد و شامل امواج: گاما (γ)، بتا (β)، آلفا (α)، تتا (θ) و دلتا (δ) هستند. مطالعات قبلی نشان دادند که امواج بتا و تتا می‌توانند به‌عنوان نشانگرهای مناسب مرتبط با ارزیابی درد و تعادل مورد استفاده قرار گیرند [۸]. یافته‌های این مطالعات نشان داد که، استفاده از امواج مغزی در هنگام بروز اختلالات تعادلی، افزایش فعالیت موج تتا به علت تقاضای بیشتر برای کنترل تعادل روی می‌دهد که بیشتر در ناحیه قشری داخلی مرکزی از جمله قشر سینگولا قدامی (ACC)[7] مشاهده شده است [۱۰، ۱۱]. گِرم و همکاران، نیز در بررسی امواج مغزی بیماران با نوروفیدبک، به ویژه در بیماران مبتلا به استئوآرتریت مفصل ران نشان دادند که، دامنه باند فرکانسی امواج تتا و دلتا افزایش یافته و دامنه آلفا و بتا

1. Knee giving way
2. Knee osteoarthritis
3. postural support
4. Centre of mass
5. Base of support

6. Loss of confidence in the knees
7. Anterior cingulate cortex (ACC)

کاهش یافته است [۱۲]. به‌علاوه هالسدانکر[1] و همکاران، در مطالعه خود بر روی بیماران حین فعالیت تعادلی چالش برانگیزتر، افزایش قابل توجه باند فرکانسی تتا در قشر مغز را نشان دادند [۱۳].

در مطالعاتی که در زمینه بیماران مبتلا به KOA انجام شده، بیشتر به جنبه درمانی با استفاده از شیوه نوروفیدبک توجه شده و نتایج مؤثر این تمرینات در درمان علائم مربوط به افسردگی، بهبود تعادل و تمرکز در این گروه بیماران پس از جراحی تعویض مفصل با افزایش ثبات وضعیت، کاهش خطر سقوط [۱۴، ۱۵]، کاهش بی‌خوابی و درد [۱۶] و سایر اختلالات روانشناختی [۱۹-۱۷] اشاره شده شده است. با این حال، به نظر می‌رسد، تاکنون مطالعه‌ای در خصوص بررسی وضعیت امواج مغزی مربوط به تعادل در میان بیماران مبتلا به KOA با و بدون ویژگی ناپایداری و خالی کردن زانو انجام نشده باشد. بنابراین با توجه به اهمیت مسئله ناپایداری‌های زانو و درگیری بسیاری از بیماران مبتلا به استئوآرتریت زانو به چنین مشکلی که انجام فعالیت‌های عادی و روزمره آنها را با مشکل روبرو نموده و خطر سقوط و بدتر شدن وضعیت بیماری را جدی‌تر نموده است، شناسایی بیماران مبتلا به KOA که در معرض خطر سقوط و مشکلات متعدد همراه آن هستند حائز اهمیت است. در این راستا هدف این مطالعه بررسی و شناسایی تفاوت بین امواج مغزی مربوط به تعادل در دو گروه از زنان مبتلا به KOA با و بدون ناپایداری زانو در شهر همدان بود. همچنین محققین در این پژوهش به مقایسه بین نمرات حس عمقی زانو و تعادل در میان دو گروه از زنان مبتلا به KOA با و بدون ناپایداری پرداختند.

روش بررسی

پژوهش حاضر، یک مطالعه علّی – مقایسه‌ای ارزیاب کور است که در فاصله زمانی بین ۱۵ بهمن ۱۳۹۹ تا ۲۶ اسفند ۱۳۹۹ انجام شد. در ابتدا در یک کلینیک فوق تخصصی در شهر همدان، ۱۰۰ بیمار مبتلا به استئوآرتریت زانو با نظر قطعی پزشک روماتولوژیست، شناسایی و پس از معاینه توسط پزشک با در نظر گرفتن معیارهای ورود و خروج از مطالعه ۶۰ خانم مبتلا جهت ارزیابی بیشتر برای شرکت در مطالعه دعوت به عمل آمد.

برای تعیین حجم نمونه آماری از نرم‌افزار آماری G*Power نسخه 3.1.92 استفاده شد؛ به طوری که با در نظر گرفتن میزان ریزش ۵٪ طی اجرای مطالعه و توان آماری ۰/۸۵، اندازه اثر ۰/۸۰ و سطح معنی‌داری ۰/۰۵ تعداد ۳۰ نفر برای هر گروه تعیین شد [۲۰]. معیارهای ورود به مطالعه شامل: شاخص توده بدنی کمتر از ۴۰ kg/m^2، سن بالای ۴۰ سال بر اساس معیارهای بالینی کالج روماتولوژی آمریکا برای بیماران مبتلا به استئوآرتریت زانو و حداقل نمره ۲ در مقیاس شدت بیماری رادیوگرافی کلگرن و لارنس[2] بود و همچنین بیماران با سابقه آرتروپلاستی، سکته مغزی، انقباضات کنترل نشده عضلانی، بیماری عصبی-عضلانی مانند پارکینسون، MS، شکستگی مفصلی در اندام تحتانی، درد کمر یا ران و همزمان استئوآرتریت ران از مطالعه حذف شدند.

در این مطالعه بررسی اولیه آزمودنی‌ها در کلینیک روماتولوژی اجرا و اطلاعات اولیه آزمودنی‌ها (سن، وضعیت بیماری، شدت درد، میزان سقوط و مدت ابتلا به بیماری) ثبت شد و ارزیابی آنها بر اساس معیارهای ورود و خروج مطالعه صورت گرفت و پس از تکمیل فرم کتبی رضایت‌نامه آگاهانه، برای ارزیابی‌های دقیق‌تر به آزمایشگاه توانبخشی ورزشی دانشگاه بوعلی سینا، همدان ارجاع داده شدند. در آزمایشگاه توانبخشی ورزشی، شدت درد با شاخص دیداری درد، میزان ناپایداری با پرسشنامه فیتزجرالد و همکاران (۲۰۰۴) [۲۱]، تعادل با مقیاس برگ و حس عمقی با گونیامتر یونیورسال ارزیابی شدند.

1. Hülsdünker

2. Kellgren and Lawrence radiographic disease severity scale.

تمام شرکت‌کنندگان بر اساس معیارهای سن، قد، وزن، شاخص توده بدن، درد، قدرت و کنترل وضعیت خود همگن شدند. قابل ذکر است برای جلوگیری از سوگیری محقق، ابتدا تمام تست‌های مطالعه انجام و سپس براساس نتایج شاخص فیتزجرالد به گروه‌های استئوآرتریت با ناپایداری و بدون ناپایداری تقسیم شدند.

ترتیب اجرای ارزیابی‌ها به‌صورت ذیل بود:

ارزیابی میزان ناپایداری زانو

جهت هرنوع سوگیری و اثرگذاری بر ارزیابی‌ها، بررسی شدت ناپایداری زانو در آخر انجام شد. بیماران مبتلا به استئوآرتریت براساس پاسخ‌شان به سؤال «خالی کردن[1] (سرخوردن[2] یا تغییر مکان[3]) زانو تا چه حدی بر میزان فعالیت روزانه شما تأثیر می‌گذارد؟» با یک مقیاس عددی ۶ درجه‌ای، در گروه با یا بدون ناپایداری زانو قرار می‌گرفتند. توضیحات مرتبط با ۶ سطح ناپایداری زانو در جدول ۱ ارائه شده است. گروه بیماران مبتلا به استئوآرتریت با ناپایداری زانو شامل بیمارانی بود که علامت بی‌ثباتی مفصل بر توانایی آنها در انجام فعالیت‌های زندگی روزانه آنها تأثیر گذار بوده (نمره کمتر یا مساوی ۳)، در حالی که گروه بیماران مبتلا به استئوآرتریت بدون ناپایداری و بی ثباتی مفصل زانو (گروه پایدار) متشکل از بیمارانی بود که احساس خالی‌کردن یا بی‌ثباتی را گزارش نکرده و یا بروز این علامت را طی انجام فعالیت‌های روزانه خود درک نکرده بودند (امتیاز ۴ و ۵) (پایایی درون گروهی ICC=۰/۷۲) [۲۱].

ارزیابی شدت درد به‌وسیله مقیاس دیداری VAS[4]

به منظور اندازه‌گیری شدت درد ادراک شده، از مقیاس دیداری سنجش درد (VAS) استفاده شد. این مقیاس به صورت یک خط کش به طول ۱۰ سانتیمتر بوده که یک

1. Giving way
2. Buckling
3. Shifting
4. Visual Analogue Scale

جدول ۱- شدت ناپایداری خودگزارشی طبق مقیاس ارزیابی فعالیت‌های روزانه

KI ناپایداری خود- گزارشی	مقیاس
علائم مانع انجام فعالیت‌های روزانه من است.	۰
علائم قویا برانجام فعالیت‌های روزانه من تأثیر می‌گذارد.	۱
علائم به طور متوسط برانجام فعالیت‌های روزانه من تأثیر می‌گذارد.	۲
علائم اندکی برانجام فعالیت‌های روزانه من تأثیر می‌گذارد.	۳
من علائم دارم اما برانجام فعالیت‌های روزانه من تأثیر نمی‌گذارد.	۴
من هیچ علامتی مبنی بر خالی کردن و ناپایداری زانو ندارم.	۵

انتهای آن صفر (بدون درد)، و انتهای دیگر آن ۱۰، (شدیدترین درد ممکن) است. خط‌کش مذکور، دارای دو سطح کمی و کیفی است. از بیمار خواسته شد تا با توجه به میزان درد خود سمت کیفی خط‌کش را علامت بزند. سپس محقق خط‌کش را برگردانده و آن نقطه را به‌صورت عدد ثبت می‌نمود. عدد به‌دست آمده، به عنوان شدت درد بیمار در نظرگرفته می‌شد. این مقیاس، معتبرترین سیستم درجه‌بندی درد بوده و به‌طور گسترده در تحقیقات مورد استفاده قرارگرفته است. اعتبار و روایی آن عالی، و پایایی درون گروهی آن ICC=۰/۹۱ گزارش شده است [۲۲].

ارزیابی حس عمقی

برای ارزیابی حس عمقی مفصل زانو، از خطای بازسازی زاویای هدف توسط گونیامتر ساخت ایران (اعتبار این ابزار ۰/۹۷، قابلیت اطمینان آن ۰/۸۷) استفاده شد [۲۰]. در این آزمایش دو زاویه ۴۵ درجه (نزدیک به زاویه فلکشن) و۷۰ درجه (نزدیک به زاویه اکستنشن) انتخاب شد. در ادامه از هر فرد خواسته شد تا روی تخت معاینه در وضعیت نشسته قرار گرفته و پای مبتلا را در وضعیت۹۰ درجه قرار دهد، سپس بازوی ثابت گونیامتر روی محور ران و بازوی متحرک در راستای ساق پا قرار گرفت. بعد از آن پای مبتلا توسط آزمایشگر به‌صورت غیرفعال در زاویه هدف (۴۵ یا ۷۰ درجه) برده به مدت ۵ ثانیه در آن زاویه نگه داشته شد. از بیمار خواسته شد به این زاویه نگاه کند و آن را به‌خاطر بسپارد. سپس اندام به‌صورت غیرفعال توسط آزمایشگر به حالت اولیه بازگردانده شد. بعد از ۵ ثانیه مکث، از بیمار خواسته شد با چشمان بسته و فعال پای مبتلا را به زاویای هدف حرکت دهد و به بیمار آموزش داده شد تا بعد از رسیدن به زاویه اعلام کند

که به زاویه هدف رسیده است در آن لحظه، زاویه مشاهده شده ثبت گردید. به منظور دقت بیشتر اندازه‌گیری آزمون بازسازی زاویه، در هرزاویه سه بار تکرار شد و بین هر تکرار نیز ۱۰ ثانیه استراحت داده شد. اختلاف زاویه آزمون و بازسازی به عنوان خطای مطلق اندازه‌گیری در نظر گرفته شد (فرمول زیر) [۲۳].

قدرمطلق(زاویه بازسازی خطای)=
زاویه هدف منهای تلاش اول+ زاویه هدف منهای تلاش دوم+ زاویه هدف منهای تلاش سوم
۳

اندازه‌گیری تعادل

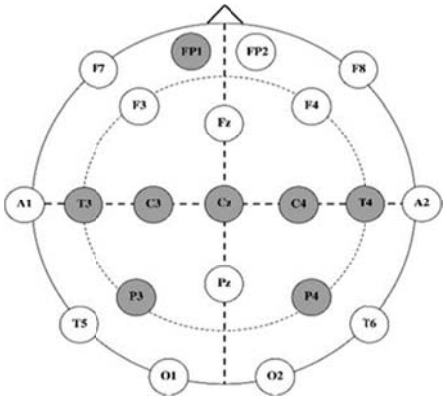
آزمون بِرگ (BBS)[1] به بررسی ابعادی از فعالیت‌های روزانه فرد می‌پردازد که برای حفظ تعادل ضروری هستند؛ شامل ۱۴ آزمون تعادلی- عملکردی است که حرکات ایستا مانند نشستن (بدون حمایت)، حفظ حالت ایستادن (به‌صورت پای جدا از هم با پای چشم باز و بسته و وضعیتی که یک پا جلوی پای دیگر باشد و ایستادن تک پا) و حرکاتی مانند نشستن از وضعیت ایستاده روی صندلی، چرخش (به پهلو ۹۰ درجه و چرخش کامل ۳۶۰ درجه) و خم شدن (توانایی برداشتن یک شیء از روی زمین)، دراز کردن دست به جلو و انتقال وزن به جلو روی پاها به‌طور متناوب است. اجرای هریک از این آزمون‌ها در مقیاسی از صفر (عدم توانایی انجام یا نیاز به کمک) تا ۴ (قادر به انجام به‌طور مستقل) نمره‌گذاری می‌شوند. در صورتی‌که شرکت‌کنندگان نتوانند شرایط زمان یا مسافت را برآورده کنند، نمرات پایین‌تری که به معنی توانایی کمتر فرد برای حفظ تعادل عملکردی است دریافت می‌کنند. مدت زمان مورد نیاز برای اجرای آن ۳۰-۲۴ دقیقه است. آزمونBBS توسط ارزیاب آموزش دیده اجرا و پس از آشنایی داوطلب با فرایند اجرا، آزمون نهایی ثبت و امتیاز آن به‌عنوان نمره تعادل عملکردی افراد مطالعه ثبت شد [۲۴].

ثبت امواج مغزی با دستگاه پروکامپ۲

جهت ثبت سیگنال‌های امواج مغزی اولیه بیماران، کارشناس متخصص بیماران را به اتاق مخصوصی در دانشکده علوم ورزشی دانشگاه بوعلی سینا طی ساعات ۹-۱۲ هدایت نمود تا در محیطی آرام، با لامپ خاموش (برای کاهش اثر نویز ناشی از لامپ) و محرک‌های دیگر، ارزیابی‌های امواج مغزی را انجام دهد. از بیمار خواسته شد روی صندلی راحتی بنشیند. ابتدا در خصوص آزمون امواج مغزی توضیحات و آموزش کافی به بیماران داده شد. برای ثبت سیگنال‌های مغزی و بازخورد عصبی، از دستگاه نوروفیدبک ۸ کاناله مدل پروکامپ اینفینیتی[2] (با سخت افزار پروکامپ[3] و نرم افزار بیوگراف اینفینیتی[4] نسخه ۵ ساخت شرکت تکنولوژی توگت[5] کشور کانادا) با نرخ نمونه برداری امواج ۲۵۶ هرتز و مقاومت الکترود ۵ اهم استفاده شد. ابتدا بیمار در مقابل رایانه قرار گرفت و بعد از تنظیم صندلی، به بیمار اطمینان داده شد الکترودها صرفاً فعالیت امواج مغزی را به دستگاه منتقل نموده و هیچ‌گونه جریان الکتریکی، امواج، عامل آسیب‌رسان یا محرکی به مغز وارد نمی‌شود. سپس الکترودها توسط کارشناس متبحر نصب و صحت محل قرارگیری آنها بررسی شد. قبل از اجرای آزمایش و ثبت سیگنال از بیمار خواسته شد تا انگشتر، تلفن همراه، ساعت و هرگونه لوازمی که باعث ایجاد نویز و آرتیفکت در ثبت سیگنال می‌شد را خارج کرده و به آزمایشگر تحویل دهد. سپس منطقه CZ بر اساس سیستم بین المللی ۲۰-۱۰ مشخص و با ماژیک علامت‌گذاری شد، منطقه CZ و لاله‌های گوش با الکل طبی و ژل مخصوص لایه بردار نوپرپ[6] ساخت کشور آمریکا تمیز شدند. سپس الکترود فعال به چسب ۲۰-۱۰ کونداکتیو[7] (ساخت کشور آمریکا) آغشته و در ناحیه CZ قرار داده شد، الکترود مرجع به گوش چپ (الکترود زرد) و الکترود گراند (الکترود آبی) به گوش راست متصل شد. برای به حداقل رساندن آرتیفکت، قبل از شروع ارزیابی به بیماران آموزش داده شد تا از حرکت

1. Berg Balance Scale

2. Infiniti ProComp
3. ProComp
4. Infiniti Biograph
5. Technology Thought
6. Nuprep
7. TEN Gel Conductive 20



شکل ۱- محل اتصال الکترودها در آزمودنی‌ها برای ارزیابی امواج مغزی

دادن اندام، جابه‌جایی، صحبت کردن و پلک زدن مکرر اجتناب کنند. مدت زمان اجرای بیس ۲ دقیقه و ۱۰ ثانیه بود که به‌صورت پیش فرض توسط نرم افزار بیوگراف اینفینیتی[1] تعیین شد. پس از اتمام ثبت امواج، آرتیفکت‌گیری و حذف نویز سیگنال‌ها به‌صورت کاوش بصری و انتخاب دامنه نرم‌افزاری مناسب انجام شد. در نهایت نتایج تحلیل امواج خام به وسیله نرم‌افزار بیوگراف اینفینیتی استخراج گردید (شکل ۱) [۱۴، ۲۵].

ملاحظات اخلاقی

همه آزمودنی‌های مطالعه حاضر فرم رضایت آگاهانه کتبی را امضا نمودند. تحقیق حاضر در راستای اخلاق در پژوهش بیانیه هلسینکی بوده و برای آزمودنی‌ها هیچ ضرری به همراه نداشت.

تجزیه و تحلیل آماری

برای گزارش آمار توصیفی ویژگی‌های آماری آزمودنی‌ها (سن، قد، وزن، شاخص توده بدنی)، از میانگین و انحراف معیار استفاده شد. از آزمون شاپیرو-ویلک[2] برای بررسی نرمال بودن و از آزمون لون[3] در جهت ارزیابی همگنی داده‌ها استفاده شد. از آزمون تی‌مستقل برای مقایسه میانگین دو گروه (استئوآرتریت زانو با ناپایداری و گروه در مقابل استئوآرتریت بدون ناپایداری) استفاده شد. سطح معنی‌داری p کمتر یا مساوی ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. تمام تجزیه و تحلیل‌های آماری با نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد. و برای محاسبه اندازه اثر (ES) آزمون‌ها از فرمول زیر و دی کوهن استفاده شد؛ اندازه اثر با مقدار d کمتر از ۰/۲ ناچیز، بین ۰/۲ تا ۰/۵ کوچک، بین ۰/۵ تا ۰/۸ متوسط و بیشتر از ۰/۸ بزرگ در نظر گرفته شد [۳۴].

$$ES = \frac{t^2}{t^2 + (n1 + n2 - 2)}$$

ES: اندازه اثر؛ t: مقداری که در خروجی نرم‌افزار محاسبه می‌شود؛ n: تعداد نمونه

یافته‌ها

در این مطالعه ۶۰ زن مبتلا به استئوآرتریت زانو (۳۰ نفر با ناپایداری و ۳۰ بدون ناپایداری زانو) با ویژگی‌های جمعیت شناختی که در جدول ۲ ذکر شده مورد بررسی قرار گرفتند. در بررسی پیش فرض‌های توزیع نرمال و همگنی واریانس‌ها از آزمون آماری شاپیرویلک و لوین استفاده شد که نتایج تحلیل‌ها نشان دهنده برقراری پیش‌فرض‌ها و همگنی داده‌ها بود (p>۰/۰۵).

یافته‌های حاصل از مقایسه میانگین‌ها به وسیله تی مستقل جدول ۲ حاکی از آن است که آزمودنی‌های دو گروه در ویژگی‌های جمعیت‌شناختی تفاوت معناداری نداشتند. اما بین دو گروه در میزان ناپایداری خودگزارشی تفاوت معناداری مشاهده گردید (p=۰/۰۰۰۱؛ t=۱۳/۶۸، ۳/۲۶--۱۳/۱۸-٪۹۵CI:)؛ ES=۰/۸ حاکی از اندازه اثر بزرگ است. همچنین دو گروه در میزان درد (p=۰/۰۰۰۱؛ t=۶/۳۴، ۱/۲۷-۰/۶۶-٪۹۵CI:) نیز با هم تفاوت معناداری داشتند؛ ES=۰/۴ حاکی از اندازه اثر کوچک این متغیر است. گروه‌ها در تعداد دفعات سقوط

جدول ۲- ویژگی جمعیت‌شناختی شرکت‌کنندگان و پارامترهای اصلی مطالعه

متغیرها	گروه‌ها: ناپایداری زانو — ندارد (n=۳۰)	ناپایداری زانو — دارد (n=۳۰)	مقدار p
سن (سال)	۵۴/۴۳±۶/۶۱	۵۲/۸۰±۶/۹۲	۰/۳۵
قد (سانتیمتر)	۵/۴۹±۱۵۸/۷۱	۱۵۸/۴۵±۷۰/۰۰	۰/۸۷
وزن (کیلوگرم)	۷۷/۴۹±۹/۴۵	۷۹/۴۱±۱۱/۸۱	۰/۵۴
شاخص توده بدنی(kg/m^2)	۳۰/۹۳±۳/۱۱	۳۲/۳۳±۳/۷۲	۰/۱۱
ناپایداری خود گزارشی	۲/۱۶±۱/۱۷	۴/۵۶±۲/۱۱	**۰/۰۰۰۱
پای برتر (راست/چپ)	۲۳/۷	۲۴/۶	–
پای دردناک (راست/چپ)	۶/۱۲	۶/۸	–
هر دو زانو	۱۲	۱۶	–
مقیاس بصری درد در زانوی دردناک‌تر (۱۰-۰)	۷/۴۹±۰/۴۱	۸/۳۵±۰/۳۳	**۰/۰۰۰۱
سقوط (تعداد دفعات)	۰	۱/۸۵±۰/۸۱	**۰/۰۰۰۱

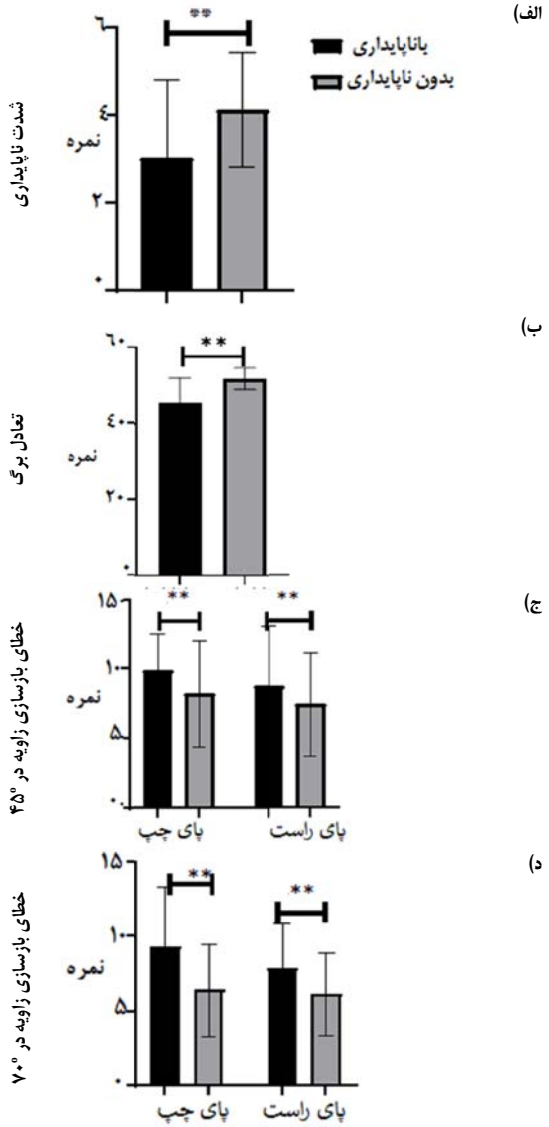
1. Infiniti Biograph
2. Shapiro-Wilk
3. Leven's test

جدول ۳- مقایسه میانگین میزان حس عمقی مفصل زانو و تعادل در دو گروه

گروه‌ها / متغیرها	ناپایداری زانو: ندارد (n=۳۰)	ناپایداری زانو: دارد (n=۳۰)	مقدار p
حس عمقی مفصل[a]			
فلکشن زانو°۴۵	۵/۴۵ ±۱/۷	۱۰/۹۱± ۰/۸	*۰/۰۰۰۱
فلکشن زانو°۷۰	۵/۶۲ ±۱/۹	۸/۳۷ ±۳/۳۵	*۰/۰۰۰۱
مقیاس تعادل برگ (کمتر از ۴۵ تا ۵۶)	۵۳/۱۸ ±۱/۶۷	۴۳/۱±۶/۱۲	*۰/۰۰۰۱

a متوسط خطای مطلق به درجه

(p=۰/۰۰۰۱؛ t=۶/۲۸، ۹۵CI:۰/۸۳-۱/۶۲۱٪) نیز با هم تفاوت معناداری داشتند. اندازه اثر این فاکتور نیز ES=۰/۴ بود که اندازه اثر کوچکی بود. همچنین نتایج نشان داد که خطای بازسازی زوایای ۴۵ و ۷۰ درجه در دو گروه با ناپایداری و بدون



نمودار ۱- مقایسه میانگین‌های گروه‌ها در فاکتورهای الف) شدت ناپایداری؛ ب) تعادل برگ؛ ج) خطای بازسازی زاویه در زاویه ۴۵ درجه؛ و د) خطای بازسازی زاویه در زاویه ۷۰ درجه

** حاکی از تفاوت معنادار بین گروهی در سطح ۰/۰۰۰۱ است.

جدول۴- مقایسه میانگین امواج مغزی مربوط به تعادل بین آزمودنی‌های گروه‌ها

گروه‌ها / امواج مغزی	ناپایداری زانو: ندارد (n=۳۰)	ناپایداری زانو: دارد (n=۲۸)	مقدار تی	مقدار p
امواج حسی-حرکتی	۲/۱۸±۱/۵۶	۱/۸۴ ±۱/۸۴	-۰/۴۴	۰/۵۶
امواج β1	۱/۹۷±۱/۳۳	۱/۶۱±۱/۴۷	-۰/۴۲	۰/۶۷
امواج β3	۱/۹۱±۱/۳۱	۱/۴۲±۱/۳۳	-۰/۶۸	۰/۴۹
امواج θ	۳/۵۶±۲/۲۱	۲/۵۳±۲/۱۶	-۰/۵۶	۰/۱۲

ناپایداری تفاوت معناداری داشت. برای زاویه هدف ۴۵ درجه (p=۰/۰۰۰۱؛ t=۶/۲۱، ۹۵CI:۱۳/۶-۷/۲۲٪) و اندازه اثر آن ES=۰/۴ بود. برای زاویه هدف ۷۰ درجه (p=۰/۰۰۱؛ t=۳/۳۹، ۹۵CI:۱/۶۱-۴/۳۳٪) نیز اندازه اثر آن ES=۰/۱ بود (نمودار ۱).

علاوه بر آن، نتایج آزمون تی مستقل حاکی از تفاوت معنادار بین دو گروه در فاکتور تعادل برگ بود (t=۱۲/۳۸، p=۰/۰۰۰۱؛ ۹۵CI:۸/۱۵-۱۱/۳۰٪) اندازه اثر آن ES=۰/۷ بود (جدول ۳).

نتایج آزمون آماری تی مستقل نشان داد که هیچ تفاوت معناداری در امواج مغزی تتا و بتا دو گروه با و بدون ناپایداری طبق جدول زیر وجود ندارد. بزرگی تفاوت در میانگین‌ها قابل اغماض بود (جدول ۴).

بحث و نتیجه‌گیری

امروزه محققین و دانشمندان فعال در زمینه پژوهش بیماری استئوآرتریت زانو، وجود یک مشکل ثانویه در بیماران مبتلا به استئوآرتریت زانو را مطرح و این ویژگی به صورت عاملی در جهت تشدید یا تسریع سیر بیماری تحت گزارش درک «ناپایداری و خالی کردن» مکرر زانو صحبت شده است. تاکنون علت این عارضه که فعالیت‌های روزمره بیماران را مختل نموده و آنها را در معرض وقوع خطرات سقوط قرار داده به‌روشنی مشخص نشده است؛ مطالعاتی که بر روی ناپایداری زانو انجام شده، برخی عوامل مؤثر در بروز این وضعیت چون ضعف و اختلال کنترل عضلانی، شلی مفصلی، اختلال حس عمقی و استراتژی سفتی عضلانی نامناسب را ذکر نموده‌اند [۲۶].

یافته‌های این مطالعه نشان داد که بین دو گروه بیمار استئوآرتریتی با و بدون مشخصه خالی کردن زانو، در فاکتور حس عمقی زانو تفاوت معناداری داشتند. حس عمقی به‌صورت

آگاهی فرد از بدن خود و ارتباط آن با محیط اطراف تحت عنوان حس مفصلی یا حس عمقی تعریف شده که سبب می‌شود، فرد از وضعیت حرکت مفصل خود آگاه باشد و مفصل ثبات لازم را برای انقباض عضلانی مؤثر داشته باشد. بروز آسیب یا هرگونه اختلال و نقص در حس عمقی، با نقص در ارائه اطلاعات حسی در خصوص وضعیت مفصل سبب بروز بی‌ثباتی مکانیکی در مفصل شده و اثرات نامطلوبی بر کنترل وضعیت پاسچر، تعادل و هماهنگی عصبی- عضلانی در کل بدن می‌شود. نتایج مطالعات تأییدکننده اثر منفی بیماری استئوآرتریت زانو بر عملکرد حس عمقی مفصل است. در واقع وجود درد مزمن به علت ماهیت خود بیماری استئوآرتریت زانو که در افراد با ناپایداری میزان آن بیشتر گزارش شده است، سبب بروز پاسخ تطابقی-حفاظتی عضله شده و با انجام حرکات جبرانی و کاهش دامنه حرکتی، در نهایت سبب افزایش نیروی وارد بر سطوح مفصلی و فشار بر کپسول مفصلی شده است [۱]. این ویژگی با ایجاد اختلال بیشتر در عملکرد گیرنده‌های مکانیکی موجود در مجموعه مفصلی زانو، همان‌طور که در بالا ذکر شد؛ در ارسال اطلاعات حسی-وضعیتی، کنترل حرکتی (فعالیت ارادی عضله) و درک حسی (حس وضعیت مفصل) تأثیر منفی گذاشته و این چرخه معیوب به عنوان یکی از اجزای سه‌گانه مهم و مؤثر در ثبات پاسچر و تعادل بیماران مبتلا مطرح شده است، که در نهایت به علت عدم حفظ تعادل، بیماران با مشکلاتی چون: از دست دادن اعتماد به زانو، ضعف تعادل، ترس از افتادن و سقوط مواجه می‌شوند [۱، ۲۷]. در راستای یافته‌های مطالعه حاضر، گوستافسون و همکاران نیز نشان دادند که گروه ناپایداری در مقایسه با بدون ناپایداری مفصلی زانو و گروه کنترل تغییرپذیری بیشتری در حرکت مفصل زانوی خود دارند. آنها افزایش تغییرپذیری حرکات مفصل زانو را از نظر مکانیکی به معنای کاهش ثبات مفصل زانو دانسته‌اند [۲۸]. محققینی چون لورد و همکاران، نیز با ارزیابی ۹۵ بیمار مسن گزارش نمودند که اختلال در حس عمقی به‌طور قابل توجهی بر ثبات پاسچر آزمودنی‌های مورد مطالعه تأثیر گذاشته است [۲۹]. با این وجود، دی زوارت[1] و همکاران، میزان وقوع حداقل یک سقوط را در ۳۰۱ بیمار مبتلا به ناپایداری خود گزارشی زانو مطالعه و گزارش نمودند که قدرت عضلات ران عامل مهمتری در رابطه با سقوط تصادفی این بیماران در مقایسه با اختلالات حس عمقی مفصل است [۳۰] که با یافته‌های مطالعه حاضر ناهمخوان بود. یافته‌های برخی دیگر از مطالعات، هر دو عاملِ ضعف عضلانی و کاهش حس عمقی مفصلی را با اختلالات تعادل و کنترل پاسچر در این بیماران (به ویژه در حالت پویا) مرتبط گزارش نمودند [۳۱]. دِکر و همکاران، نیز ثبات مفصل زانو در طول فعالیت‌های روزمره‌ای چون راه رفتن، بالارفتن از پله، بلند شدن یا نشستن روی صندلی و وارد یا خارج شدن از ماشین را تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله قدرت عضلانی، حس عمقی مطلوب، سستی مفاصل و حرکات واروس- والگوس عنوان نمودند [۳۲].

یافته دیگر این مطالعه نشان داد که دو گروه بیمار با و بدون ناپایداری زانو در فاکتور تعادل با یکدیگر تفاوت معناداری داشتند. در واقع خالی کردن، انتقال و سرخوردن ناگهانی زانو در این بیماران، همچون اغتشاشی که به یکباره راستای خط مرکز ثقل را از سطح تکیه‌گاه خارج می‌سازد، می‌تواند به عنوان فرضیه‌ای برای برهم خوردن تعادل افراد در نظر گرفته شود. سانچز-رامیرز و همکاران، در یافته‌ای متناقض با یافته‌های مطالعه حاضر، ارتباطی بین بی‌ثباتی خود-گزارشی زانو و کاهش تعادل ذکر ننمودند [۵]. در مقابل، تارکوت[2] و همکاران، نشان دادند که بی‌ثباتی زانو با کاهش کنترل پاسچر در این بیماران رابطه دارد [۳۳]. تفاوت‌های ذکر شده احتمالاً می‌تواند به علت تفاوت در تعداد نمونه و شیوه ارزیابی تعادل باشد. در این راستا نِویت و همکاران، علایم ناپایداری مفصل زانو را به عنوان ریسک فاکتوری جهت افتادن افراد دارای آرتروز زانو مورد مطالعه قرار دادند؛ نتایج رگرسیون لجستیک مطالعه آنها به وجود ارتباط بین کاهش تعداد افتادن و کاهش میزان ناپایداری

1. de Zwart
2. Turcot

و تعداد دفعات آن اشاره داشت؛ که با نتایج این مطالعه همسو بود [۳۳]. با این حال یافته‌های سانچز-رامیرز و همکاران، ارتباط بین تعادل و ناپایداری زانوی بیماران مبتلا به آرتروزیس زانو را بررسی و ارتباطی را در این زمینه گزارش نکردند؛ دلیل احتمالی این مسأله را می‌توان به تست‌های متفاوت به کار گرفته شده برای ارزیابی تعادل نسبت داد [۵].

یافته‌های پژوهش حاضر همچنین نشان داد که دو گروه با و بدون ناپایداری زانو در فاکتور تحلیل امواج مغزی مرتبط با تعادل تفاوت معناداری را نشان نداد. متأسفانه در اکثر مقالات وضعیت یا شدت ناپایداری زانو، تنها با پرسشنامه‌های ناپایداری -خودگزارشی ارزیابی شده است، که این امر به دلیل ذهنی بودن محققین در این مطالعه را به سمت و سوی پیدا کردن روشی عینی برای تشخیص میزان ناپایداری زانو سوق داد [۳۴، ۳۵]. در مطالعات قبلی، بررسی امواج مغزی مرتبط با تعادل با استفاده از EEG در جمعیت‌های بالینی مختلف، در وضعیت تعادل ایستا و پویا و با انواع آشفتگی‌های محیطی بررسی شده است [۳۶، ۳۷]. در این تحقیقات، تعادل بزرگسالان بر روی باند فرکانسی تتا (۸-۴ هرتز) و بتا (۱۳ تا ۳۰ هرتز) متمرکز شده بود. بررسی امواج ثبت شده EEG نشان می‌دهد که در طی راه رفتن فعال، قدرت بتای الکتروکورتیکال مغز کاهش یافته و قدرت امواج در مناطق آهیانه و قشر مرکزی به دنبال تغییرات ناگهانی در الگوهای راه رفتن کاهش می‌یابد، که نشان می‌دهد قدرت بتا در این مناطق در مهار حرکتی نقش دارد. علاوه بر این، سیپ[1] و همکاران، بیان نمودند نوسانات مختصر امواج تتا EEG زمانی رخ می‌دهد که افراد تعادل خود را از دست داده یا در معرض اغتشاشات خارجی قرار می‌گیرند [۳۸]. این نتایج ارتباط بین تغییرات ساختاری مغز، کاهش عوامل شناختی، انحرافات راه رفتن و در نهایت سقوط را نشان می‌دهند [۳۹] و روزنه‌ای برای یافتن تفاوت‌های معنادار در امواج مغزی بیماران مبتلا به استئوآرتریت زانو و مشخصه‌های با و بدون خالی کردن مفصل بود. شاید دلیل این امر اثرگذاری سایر ویژگی‌های روانشناختی بر این امواج بوده باشد که مطالعات بیشتری را در این زمینه می‌طلبد. با توجه به این‌که ویژگی ناپایداری زانو یک مؤلفه حسی است و افراد خود آن را گزارش می‌کنند؛ در این مطالعه تلاش نمودیم تا که بررسی نماییم آیا این ویژگی حسی با اختلال در خود امواج مغزی در وضعیت نشسته و بدون تحمل وزن هم همراه شده است و آیا این اختلال در سیستم عصب مرکزی اثرگذار بوده است که بتوان آن را در خروجی امواج شناسایی نمود و طبق پروتکل‌های تمرینی با دستگاه EEG برای افراد مبتلا برنامه تمرینی مناسب طراحی نمود، یا آن‌که این تغییرات حسی که افراد مبتلا آن را گزارش می‌کنند فقط در وضعیت تحمل وزن و طی راه رفتن و تغییرات محیطی بیشتر روی داده و به ماهیت تغییر در گیرنده‌های حس عمقی و گیرنده‌های مفصلی مربوط می‌شود. شاید بررسی این فاکتور در وضعیت‌های تحمل وزن یافته‌های جدیدی را نمایان سازد؛ که به محققین توصیه می‌شود در مطالعات آتی بر این امر تمرکز نمایند.

این تحقیق با محدودیت‌هایی روبرو بود؛ از جمله شیوع بیماری همه‌گیر کووید-۱۹ و ترس از مشارکت بیماران که امکان بررسی حجم نمونه بیشتر را محدود نمود. عدم استفاده از بیماران مرد و عدم مقایسه متغیرها در دو گروه جنسی (مردان و زنان) و عدم امکان بررسی همزمان فعالیت عضلات عمل کننده بر زانو را می‌توان نام برد.

یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که، امواج الکتریکی مغزی نمی‌تواند راهکاری برای تشخیص ناپایداری زانو و شدت آن در بیماران مبتلا به استئوآرتریت زانو باشد. با این حال، حس عمقی مفصل زانو در بیماران مبتلا به استئوآرتریت و ناپایداری خودگزارشی زانو نسبت به بیماران بدون ناپایداری خود-گزارشی زانو به طور معناداری بیشتر بود. همچنین تعادل آزمودنی‌ها به عنوان یک فاکتور تحت تأثیر ناپایداری زانو بررسی و مشاهده شد که گروه بیماران دارای ناپایداری خود-گزارشی با ضعف تعادلی معنادارتری نسبت به گروه بدون ناپایداری خودگزارشی

1. Sipp

همراه هستند.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد با عنوان «اثر تمرینات عصبی –عضلانی با ترکیب مداخلات شناختی– انگیزشی و ذهن آگاهی بر درد، عملکرد، فاکتورهای نورفیدبکی، حرکت هراسی و ناپایداری خودگزارشی در بیماران مبتلا به استئوآرتریت زانو» است که در سال ۱۳۹۹ با کد اخلاق IR.RAZI.REC.1400.006 در دانشگاه رازی کرمانشاه به ثبت رسیده است. بخش دیگری از این مطالعه با عنوان «مقایسه وضعیت فلکشن انقباضی زانو، عملکرد، کیفیت زندگی و تعادل در زنان سالمند مبتلا به استئوآرتریت با و بدون خالی کردن زانو» در مجله «مطالعات علوم پزشکی» (دانشگاه علوم پزشکی ارومیه) (شماره ۱ سال ۱۴۰۱) به چاپ رسیده است.

بدین وسیله نویسندگان از کارشناسان محترم آزمایشگاه توانبخشی دانشگاه بوعلی سینا، سرکار خانم آزاده عسگرپور و کارشناس نوروفیدبک جناب آقای مسعود عزیزیان که در گردآوری داده‌های مطالعه همکاری داشتند، تقدیر و تشکر نموده و همچنین از شرکت‌کنندگان مطالعه که در شرایط پاندمیک کرونا با رعایت پروتکل‌های بهداشتی با محققین همکاری نمودند، کمال تشکر را دارند.

تعارض منافع

در این مطالعه هیچ‌گونه تضاد منافعی وجود ندارد.

سهم نویسندگان

همه نویسندگان در ایده پردازی و انجام طرح، همچنین نگارش اولیه مقاله یا بازنگری آن سهیم بوده‌اند و همه با تأیید نهایی مقاله حاضر مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می‌پذیرند.

منابع مالی

در این پژوهش از هیچ ارگانی کمک مالی دریافت نگردید.

References

1. Wallace DT, Riches PE, Picard F. The assessment of instability in the osteoarthritic knee. Efort open reviews. 2019;4(3):70-76. doi:10.1302/2058-5241.4.170079
2. van der Esch M, Knoop J, van der Leeden M, Voorneman R, Gerritsen M, Reiding D, et al. Self-reported knee instability and activity limitations in patients with knee osteoarthritis: results of the Amsterdam osteoarthritis cohort. Clinical rheumatology. 2012;31:1505-1510. doi:10.1007/s10067-012-2025-1
3. Blalock D, Miller A, Tilley M, Wang J. Joint instability and osteoarthritis. Clinical medicine insights: arthritis and musculoskeletal disorders. 2015;8:15-23. doi:10.4137/CMAMD.S22147
4. Lamba D, Upadhyay RK. Prevalence of knee buckling among grade 3 osteoarthritis patients of knee: a self-reported study. Prevalence. 2018;11(7):324-327. doi:10.22159/ajpcr.2018.v11i7.22814
5. Sanchez-Ramirez D, van der Leeden M, Knol D, van der Esch M, Roorda L, Verschueren S, et al. Association of postural control with muscle strength, proprioception, self-reported knee instability and activity limitations in patients with knee osteoarthritis. Journal of rehabilitation medicine. 2013;45(2):192-197. doi: 10.2340/16501977-1087
6. Truszczyńska-Baszak A, Dadura E, Drzał-Grabiec J, Tarnowski A. Static balance assessment in patients with severe osteoarthritis of the knee. The knee. 2020;27(5):1349-1356. doi:10.1016/j.knee.2020.06.014
7. Clark NC, Röijezon U, Treleaven J. Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 2: Clinical assessment and intervention. Manual therapy. 2015;20(3):378-387. doi:10.1016/j.math.2015.01.009
8. Abdullahi F, Unal C, Welcome MO, Mpi EN, Umar N, Muhammed A, et al. Beta and gamma EEG oscillatory waves of the frontal cortex increase after wet cupping therapy in healthy humans. Journal of research in medical and dental science. 2019;7(3):123-130.
9. Hammond DC. What is neurofeedback: an update. Journal of neurotherapy. 2011;15(4):305-336. doi:10.1080/10874208.2011.623090
10. Varghese JP, Marlin A, Beyer KB, Staines WR, Mochizuki G, McIlroy WE. Frequency characteristics of cortical activity associated with perturbations to upright stability. Neuroscience letters. 2014;578:33-38. doi:10.1016/j.neulet.2014.06.017
11. Slobounov S, Hallett M, Cao C, Newell K. Modulation of cortical activity as a result of voluntary postural sway direction: an EEG study. Neuroscience letters. 2008;442(3):309-313. doi:10.1016/j.neulet.2008.07.021
12. Gram M, Erlenwein J, Petzke F, Falla D, Przemeck M, Emons MI, et al. The cortical responses to evoked clinical pain in patients with hip osteoarthritis. PLoS One. 2017;12(10):e0186400. doi:10.1371/journal.pone.0186400

13. Hülsdünker T, Mierau A, Neeb C, Kleinöder H, Strüder H. Cortical processes associated with continuous balance control as revealed by EEG spectral power. Neuroscience letters. 2015;592:1-5. doi:10.1016/j.neulet.2015.02.049
14. Jamebozorgy A-A, Bolghanabadi Z, Mahdizadeh A, Irani A. Effect of neurofeedback on postural balance and attention of women with knee osteoarthritis after bilateral total knee replacement. Archives of rehabilitation. 2020;21(1):40-53. [Persian] doi:10.32598/RJ.21.1.2843.3
15. Shahrbanian S, Hashemi A, Hemayattalab R. The comparison of the effects of physical activity and neurofeedback training on postural stability and risk of fall in elderly women: a single-blind randomized controlled trial. Physiotherapy theory and practice. 2021;37(2):271-278. doi:10.1080/09593985.2019.1630877
16. Tang H-Y, McCurry SM, Riegel B, Pike KC, Vitiello MV. Open-loop audiovisual stimulation induces delta EEG activity in older adults with osteoarthritis pain and insomnia. Biological research for nursing. 2019;21(3):307-317. doi:10.1177/1099800419833781
17. Arns M, Heinrich H, Strehl U. Evaluation of neurofeedback in ADHD: the long and winding road. Biological psychology. 2014;95:108-115. doi:10.1016/j.biopsycho.2013.11.013
18. Hammond DC. Neurofeedback treatment of depression and anxiety. Journal of adult development. 2005;12:131-137. doi:10.1007/s10804-005-7029-5
19. Gruzelier J, Egner T, Vernon D. Validating the efficacy of neurofeedback for optimising performance. Progress in brain research. 2006;159:421-431. doi:10.1016/S0079-6123(06)59027-2
20. Kim D, Park G, Kuo L-T, Park W. The effects of pain on quadriceps strength, joint proprioception and dynamic balance among women aged 65 to 75 years with knee osteoarthritis. BMC geriatrics. 2018;18:1-6. doi:10.1186/s12877-018-0932-y
21. Fitzgerald GK, Piva SR, Irrgang JJ. Reports of joint instability in knee osteoarthritis: its prevalence and relationship to physical function. Arthritis care & research. 2004;51(6):941-946. doi:10.1002/art.20825
22. Creamer P, Hunt M, Dieppe P. Pain mechanisms in osteoarthritis of the knee: effect of intraarticular anesthetic. The journal of rheumatology. 1996;23(6):1031-1036.
23. Knoop J, Steultjens M, Van der Leeden M, Van der Esch M, Thorstensson C, Roorda L, et al. Proprioception in knee osteoarthritis: a narrative review. Osteoarthritis and cartilage. 2011;19(4):381-388. doi:10.1016/j.joca.2011.01.003
24. Hatfield GL, Morrison A, Wenman M, Hammond CA, Hunt MA. Clinical tests of standing balance in the knee osteoarthritis population: systematic review and meta-analysis. Physical therapy. 2016;96(3):324-337. doi:10.2522/ptj.20150025
25. Ahmadi M, Yalfani A, Gandomi F, Rashid K. The effect of twelve-week neurofeedback training on pain, proprioception, strength and postural balance in men with patellofemoral pain syndrome: a double-blind randomized control trial. Journal of rehabilitation sciences & research. 2020;7(2):66-74. doi:10.30476/jrsr.2020.84868.1067
26. An YW, An YW. Neurophysiological mechanisms underlying functional knee instability following an anterior cruciate ligament injury. Exercise science. 2018;27(2):109-117. doi:10.15857/ksep.2018.27.2.109
27. Nevitt MC, Tolstykh I, Shakoor N, Nguyen USD, Segal NA, Lewis C, et al. Symptoms of knee instability as risk factors for recurrent falls. Arthritis care & research. 2016;68(8):1089-1097. doi:10.1002/acr.22811
28. Gustafson JA, Gorman S, Fitzgerald GK, Farrokhi S. Alterations in walking knee joint stiffness in individuals with knee osteoarthritis and self-reported knee instability. Gait & posture. 2016;43:210-215. doi:10.1016/j.gaitpost.2015.09.025
29. Lord SR, Clark RD, Webster IW. Postural stability and associated physiological factors in a population of aged persons. Journal of gerontology. 1991;46(3):M69-M76. doi:10.1093/geronj/46.3.M69
30. de Zwart AH, van der Esch M, Pijnappels MA, Hoozemans MJ, van der Leeden M, Roorda LD, et al. Falls associated with muscle strength in patients with knee osteoarthritis and self-reported knee instability. The journal of rheumatology. 2015;42(7):1218-1223. doi:10.3899/jrheum.140517
31. Sabashi K, Ishida T, Matsumoto H, Mikami K, Chiba T, Yamanaka M, et al. Dynamic postural control correlates with activities of daily living and quality of life in patients with knee osteoarthritis. BMC musculoskeletal disorders. 2021;22(1):1-8. doi:10.1186/s12891-021-04164-1
32. Dekker J. Exercise and physical functioning in osteoarthritis: medical, neuromuscular and behavioral perspectives. Springer science & business media; 2013.
33. Turcot K, Hagemeister N, de Guise JA, Aissaoui R. Evaluation of unipodal stance in knee osteoarthritis patients using knee accelerations and center of pressure. Osteoarthritis and cartilage. 2011;19(3):281-286. doi:10.1016/j.joca.2010.12.007
34. Morris JL, Letson HL, Gillman R, Hazratwala K, Wilkinson M, McEwen P, et al. The CNS theory of osteoarthritis: opportunities beyond the joint. Paper presented at: Seminars in arthritis and rheumatism2019.
35. Myers JB, Guskiewicz KM, Schneider RA, Prentice WE. Proprioception and neuromuscular control of the shoulder after muscle fatigue. Journal of athletic training. 1999;34(4):362-367.
36. Wittenberg E, Thompson J, Nam CS, Franz JR. Neuroimaging of human balance control: a systematic review. Frontiers in human neuroscience. 2017;11:1-25. doi:10.3389/fnhum.2017.00170
37. Peterson SM, Ferris DP. Differentiation in theta and beta electrocortical activity between visual and physical perturbations to walking and standing balance. eNeuro. 2018;5(4):1-20. doi:10.1523/ENEURO.0207-18.2018
38. Sipp AR, Gwin JT, Makeig S, Ferris DP. Loss of balance during balance beam walking elicits a multifocal theta band electrocortical response. Journal of neurophysiology. 2013;110(9):2050-2060. doi:10.1152/jn.00744.2012
39. Hamacher D, Herold F, Wiegel P, Hamacher D, Schega L. Brain activity during walking: a systematic review. Neuroscience & biobehavioral reviews. 2015;57:310-327. doi:10.1016/j.neubiorev.2015.08.002