

The reliability of the strength knee extensor muscle using a knee muscle force measurement device

Sadegh Tavakoli¹, Hossain Rafsanjani¹, Asghar Rezasoltani^{2*}, Mehri Ghasemi³, Khosro Khademi Kalantari², Seyed Kasra Mirhoseini⁴, Behzad Lahoti⁵

¹. Students' Research Office, MSc Student in Physiotherapy, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

² Professor, PhD in Physiotherapy, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

³ Assistant Professor, PhD in Physiotherapy, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

⁴ MSc in Sport Physiotherapy

⁵ Students' Research Office, BSc Student in Physiotherapy, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received: 2015.May. 26 Revised: 2015. September. 01 Accepted: 2015. October.14

ABSTRACT

Background and Aim: The purpose of the present study was to examine the reliability of an isometric knee muscle force measurement device.

Materials and Method: Thirty-four healthy non-athlete subjects (17 males and 17 females, aged between 19-25) participated in the study. The maximal isometric muscle strength of the knee extensor muscles were measured at different times and on different days using a newly designed knee muscle force measurement apparatus. On each occasion, participants performed three maximum voluntary contractions in each direction of knee extension movement. The interclass correlation coefficient (ICC) and standard deviation within subjects (Sw) were computed to evaluate the reliability and magnitude of measurement error between measurements.

Results: The results of the intra-rater, test-retest, and inter-rater reliabilities (ICCs ≥ 0.90 , Sws ≤ 9.1 N) indicate that the knee muscle force measurements were highly repeatable and varied slightly between measurements. There were no statistically significant difference in knee muscle force measurements between times, days, and raters. Maximal isometric muscle strengths were significantly higher in males compared with that in females ($p < 0.000$). Women's right and left knee muscle strengths were 52.28% of that in men in knee extension, respectively.

Conclusion: The isometric muscle force measurement device used in the present study appears to be a reliable and useful instrument for measuring the force of the knee extensors. It could also be suitable for the assessment of a physiotherapeutic or rehabilitation program.

Key words: Reliability, Knee, Force

Cite this article as: Sadegh Tavakoli, Hossain Rafsanjani, Asghar Rezasoltani, Mehri Ghasemi, Khosro Khademi Kalantari, Seed Kasra Mirhosaini, Behzad Lahoti. The reliability of the strength knee extensor muscle using a knee muscle force measurement device. *J Rehab Med.* 2016; 5(1): 93-100.

* Corresponding Author: Asghar Rezasoltani, Professor. PhD in Physiacl Therapy. School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

E-mail address: a_rezasoltani@sbmu.ac.ir

پایایی حداکثر نیروی ایزومتریک عضله کوادریسپس با دستگاه اندازه‌گیری نیروی عضلانی زانو

صادق توکلی^۱، حسین رفسنجانی^{۱*}، اصغر رضاسلطان^۲، مهری قاسمی^۳، خسرو خادمی کلاتری^۴، سیدکسری میرحسینی^۴، بهزاد لاهوتی^۵

^۱ دفتر تحقیقات و فن آوری دانشجویان، دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

^۲ استاد گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

^۳ استادیار گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

^۴ کارشناس ارشد فیزیوتراپی ورزشی، انگلستان.

^۵ کارشناس فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

* دریافت مقاله ۱۳۹۴/۳/۵ پذیرش مقاله ۱۳۹۴/۷/۲۲ *

چکیده

مقدمه و اهداف

هدف از این پژوهش بررسی پایایی دستگاه اندازه‌گیری حداکثر نیروی ایزومتریک عضله کوادریسپس بود.

مواد و روش‌ها

۳۴ شرکت‌کننده سالم غیرورزشکار (۱۷ مرد و ۱۷ زن، ۱۹-۲۵ سال) در این پژوهش شرکت کردند. حداکثر نیروی ایزومتریک عضله کوادریسپس با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری نیروی عضلانی در زمان‌های مختلف و روزهای مختلف اندازه‌گیری شد. برای ارزیابی پایایی و بزرگی خطای اندازه‌گیری بین اندازه‌گیری‌ها، ضریب همبستگی رده‌ای (ICC) و انحراف معیار (Sw) بین شرکت‌کنندگان محاسبه شد. همچنین قابل ذکر است این دستگاه تشکیل شده است از یک صندلی قابل تنظیم برای بیماران و چندین لولا که نسبت به وضعیت بیماران قابل تنظیم می‌باشد، همچنین از ۴ کمر بند برای مهار و ثابت نگه داشتن بیمار در هنگام انجام تست، استفاده شده است.

یافته‌ها

نتایج پایایی درون ارزیابان (intra-rater)، و بین ارزیابان (inter-rater) نشان داد که اندازه‌گیری‌های نیروی عضله کوادریسپس تکرارپذیری بالایی داشتند ($ICC_s \geq 0.90$, $Sws \leq 9.1$ N) و تفاوت کمی بین اندازه‌گیری‌ها وجود داشت. هیچ تفاوت معنادار آماری بین اندازه‌گیری‌های نیروی عضله کوادریسپس در زمان‌ها و روزهای مختلف و بین ارزیابان وجود نداشت. حداکثر نیروی ایزومتریک عضله کوادریسپس در مردان بیشتر از زنان بود. بطوریکه حداکثر نیروی ایزومتریک کوادریسپس زانوی راست و چپ زنان، به ترتیب ۵۲/۲۵٪ زانوی راست و چپ مردان بود.

نتیجه‌گیری

دستگاه اندازه‌گیری نیروی عضلانی ایزومتریک که در این پژوهش استفاده شد، روشی مفید و پایا برای اندازه‌گیری نیروی اکستانسورهای زانو است. این روش برای ارزیابی یک برنامه فیزیوتراپی یا توانبخشی نیز می‌تواند مناسب باشد. این مطالعه در غالب دو هدف جداگانه برنامه ریزی شده است.

واژگان کلیدی

پایایی، کوادریسپس، نیرو

نویسنده مسئول: حسین رفسنجانی. گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

آدرس الکترونیکی: ho3nrafsanjany@gmail.com

مقدمه و اهداف

قله گشتاور ایجاد شده توسط عضله به عنوان حداکثر انقباض ارادی¹ MVC در نظر گرفته می‌شود. حداکثر نیروی ایزومتریک عضله کوادریسپس با عملکرد، بازده کار و کارایی حرکت در ارتباط است^[۱۳]. بنابراین، اندازه‌گیری حداکثر نیروی ایزومتریک عضله یکی از عوامل مهم در ارزیابی و تشخیص مشکل بیمار است^[۱۵]. حداکثر نیروی ایزومتریک یک گروه از عضله‌ها را می‌توان با به کار بردن یک دستگاه اندازه‌گیری نیرو، با آزمایش حداکثر نیروی ایزومتریک عضله اندازه گرفت. از آنجا که آزمایش دستی عضله MMT^۲ برای مقایسه حداکثر نیروی ایزومتریک‌های یک فرد و نیز حداکثر نیروی ایزومتریک افراد مختلف مقرون به صرفه، سریع و مفید است؛ به طور گسترده‌ای به کار می‌رود اما پایایی و حساسیت آن مورد سوال بوده است^[۱۴]. پژوهشگران و پزشکان بالینی تلاش کرده‌اند تا در فرآیندهایی، این آزمایش را برای افزایش قابلیت تکرار آزمایش دستی عضله، استاندارد کنند. با وجود این، گونه‌های فرآیندی هنوز وجود دارد که پایایی اندازه‌گیری نیروی عضلانی را کاهش داده، بر بازوی اهرم و میزان حداکثر نیروی ایزومتریک اعمال شده تأثیر گذار باشند. عواملی که بر تعیین مقدار نیرو تأثیر می‌گذارند، از این قرار هستند: نقطه اعمال نیرو، بزرگی و مدت حداکثر نیروی ایزومتریک پیشنهادی، برای نیروی فراهم‌شده، موقعیت آزمایش، نوع آزمایش به کار گرفته شده (جمع کردن یا باز کردن)، کشش آغازین، تعداد جلسه‌های تمرین، دلگرمی، سن بیمار، تحمل درد، نوع بیماری، کنترل ارادی، شغل و سطح تناسب اندام ویژگی‌های دیگری هستند که ممکن است بر درجه‌بندی کنترل بیمار توسط فیزیوتراپیست تأثیر بگذارند^[۱۶].

برای تعیین و پایش اثرات برنامه‌های تمرینی بر عضله کوادریسپس در شرکت‌کنندگان سالم، از دستگاه‌های اندازه‌گیری نیرو استفاده شده است. نشان داده شده که یک برنامه ویژه برای انجام تمرین ایزومتریک اکستانسورهای زانو به طور موثری تولید گشتاور را در اکستانسور زانو بهبود بخشیده است^[۱]. با به کار گیری یک دستگاه اندازه‌گیری نیروی عضلانی ایزومتریک زانو، در گروهی از شرکت‌کنندگان سالمند، پایایی خوب تا بالا را برای عضله اکستانسور و فلکشن زانو گزارش کردند^[۲]. در معاینه بالینی، در گروهی از بیماران مبتلا به استئوآرتریت، پایایی بازآزمایی بالایی را برای اندازه‌گیری‌های نیروی ایزومتریک گزارش کردند. آنها نتیجه گرفتند که اندازه‌گیری نیروی ایزومتریک عضله، ابزار سنجش مناسبی برای پزشکان بالینی است. در یک پژوهش دیگر، از دستگاه نیروی ایزومتریک برای ارزیابی تولید گشتاور زانو و بازآموزی عملکرد عضلانی زانو در کاهش درد و بهبود کارکرد عضله زانو در یک برنامه توانبخشی استئوآرتریت استفاده شده است^[۳]. در پژوهش دیگری، تأثیر فرآیند پیری بر حداکثر نیروی ایزومتریک عضله‌های زانو در گروهی از شرکت‌کنندگان زن با سن بین ۲۰ و ۸۹ سال ارزیابی شد. نشان داده شد که حداکثر نیروی ایزومتریک عضله زانو در نتیجه پیری و استفاده نکردن کاهش می‌یابد^[۴]. مولفان دیگری گزارش کردند که برای شناسایی افرادی که هنوز در فعالیت‌های زندگی روزمره مستقل هستند، می‌توان از آزمایش‌های حداکثر نیروی ایزومتریک عضله استفاده کرد اما این کار به علت تولید گشتاور ضعیف، خطر وابسته شدن را افزایش می‌دهد و با تمرین‌های مقاوم‌سازی می‌توان این خطر را کاهش داد^[۵]. رانتانین و همکاران گزارش کردند که برای اندازه‌گیری نیروی عضله اکستانسور و خم‌کننده که از توان‌سنج دستی گرفته شده است، پایایی بین ارزیابان خوب تا بالا است^[۱۶].

در یک پژوهش، تأثیر یک برنامه الکتروتراپی با استفاده از یک دستگاه ایزومتریک ارزیابی شد. مولفان نشان دادند که شکل‌های موجی تک فاز و دوفاز نسبت به شکل موجی چند فاز، انقباض‌هایی با قله بالاتری تولید کردند. عملکرد عضله نیز برای شرکت‌کنندگان مرد بیشتر از شرکت‌کنندگان زن بود^[۶].

هدف از این پژوهش آزمایش پایایی دستگاه اندازه‌گیری حداکثر نیروی ایزومتریک عضله زانو که جدیداً طراحی شده است با آزمایش پارامترهای اکستانسوری و فلکسوری بود. قابل ذکر است در راستای استاندارد سازی این دستگاه به دنبال تعیین و بررسی حداکثر نیروی ایزومتریک عضله کوادریسپس در بیماران مبتلا به استئوآرتریت زانو می‌باشیم. مهم‌ترین بررسی این پژوهش مشخص کردن هر گونه تغییر واقعی در اندازه‌گیری نیروی عضله زانو با تکرار اندازه‌گیری‌ها بود.

¹ Maximum Voluntary Contraction

² Manual Muscle Test

مواد و روش‌ها

این آزمایش شامل بررسی ۳۴ داوطلب سالم (۱۷ مرد با سن ۱۹-۲۵ سال و ۱۷ زن با سن ۱۹-۲۴ سال) در پایایی بین‌آزمایشی (inter-trial) بود. بیست و هفت شرکت‌کننده (۱۶ شرکت‌کننده مرد و ۱۱ شرکت‌کننده زن) به طور تصادفی برای بازآزمایی و بررسی‌های پایایی بین ارزیابان انتخاب شدند. کلیه شرکت‌کنندگان دانشجویان مشغول به تحصیل در شهر تهران بودند. معیارهای حذف بدین شرح بود: داشتن هر گونه سابقه آرتروز زانو، اختلال عملکرد تیئوئومورال یا پاتولوئومورال، اختلال‌های عصبی-عضلانی زانو از جمله دامنه حرکت محدود، التهاب، درد یا گرفتگی عضلانی، ناهنجاری‌های اندام تحتانی، کشیدگی عضله ناشی از دارو یا داشتن هر گونه برنامه ورزشی یا بدنسازی مربوط به عضلات زانو در مدت سه ماه گذشته.

برای حذف هر گونه افراد مبتلا به بیماری‌های سیستمی که ممکن است بر عملکرد عضلانی عادی تأثیر بگذارد، آزمون‌های فیزیکی از جمله تست‌های Apley test، Ant. Drawer و Post. Drawer، آزمون‌های والگوس و واروس، Apley test، Grinding test، Ballotment، سندروم پلیکا، تحریک و ارزیابی واکنش‌های خودکار عصبی-حرکتی اندام‌های تحتانی، دامنه حرکتی، تست دستی زانو و ارزیابی عضلات اندام‌های تحتانی، همگی انجام شد.

قد و وزن اندازه‌گیری شد. شاخص توده بدن (BMI) محاسبه شد. همچنین میانه، انحراف معیار و دامنه سن و ویژگی‌های انسان‌سنجی شرکت‌کنندگان بررسی و ثبت گردید.

نیروی تولید شده توسط عضله اکستانسور زانو با یک دستگاه اندازه‌گیری نیروی عضلانی زانو با طراحی متداول، اندازه‌گیری شد. این دستگاه از یک صندلی تمرین برای قرار گرفتن عضله کوادریسپس در سطح بالا تشکیل می‌شد. محفظه بار به یک میله فلزی بسته شد و روی یک میله قابل تنظیم با قابلیت تنظیم عمودی و افقی، قرار داده شد. سه بند متصل به قفسه سینه، لگن و ران وجود داشت که می‌شد با آنها قفسه سینه، ران و لگن را در حین اندازه‌گیری ثابت نگه داشت. درجه‌بندی دستگاه با یک روش استاندارد آزمایش شد. هر روز قبل از اجرای آزمون، درجه‌بندی انجام می‌شد. شرکت‌کنندگان در طول آزمون، در وضعیت کاملاً صاف و قائم می‌نشستند (تصویر ۱). در این حین، محفظه بار برای اندازه‌گیری نیروی اکستانسیون زانو در جلوی پا، درست بالای چین‌خوردگی فوقانی پوست قوزک قرار می‌گرفت. در تمام اندازه‌گیری‌های نیرو، هر دو دست میله‌های صندلی را محکم می‌گرفت تا حرکت‌های ران و لگن محدود و از تأثیر متقابل عضله رکتوس فموریس جلوگیری شود. هر دومفصل هیپ در حالت ۹۰ درجه فلکشن و وضعیت خنثی نزدیک به هم قرار داشتند. سطح صندلی افقی بود. قفسه سینه، ران و لگن با سه بند، در سطح خار کتف، یک سوم میانی ران و کمرست ایلیاک محکم و ثابت نگه داشته شده بودند. شرکت‌کنندگان برای گرم کردن، قبل از هر سری حداکثر انقباض ارادی (MVC) ۳ انقباض عضلانی ایزومتریک حداکثری زانو را انجام می‌دادند. به شرکت‌کنندگان گفته شد که تنه و اندام‌های فوقانی و تحتانی خود را شل کنند. سپس از آنها خواسته شد که سه انقباض ارادی حداکثر کستانسیون زانو را که هر کدام ۵-۷ ثانیه طول می‌کشید، با ۵ دقیقه فاصله بین هر حداکثر انقباض ارادی انجام دهند.

ترتیب آزمون برای همه شرکت‌کنندگان یکسان بود. در پایایی بین‌آزمونگر و بازآزمایی، حداکثر نیروی ایزومتریک دو بار در روز با یک ساعت فاصله در همان ساعت‌ها برای دو روز متوالی با یک هفته فاصله اندازه‌گیری می‌شد. تنظیم دوباره محل قرارگیری شرکت‌کنندگان بین هر سری آزمون انجام می‌شد. آزمایش‌کنندگان دو فیزیوتراپیست بودند که از آموزش و کارآموزی کافی برخوردار شده بودند.



تصویر ۱: وضعیت نشستن بیمار

در همه بررسی‌های پایایی، ضریب همبستگی رده‌ای (ICC)، ضریب واریاسیون (CV %) و انحراف معیار بین شرکت‌کنندگان (Sw) محاسبه شد. ضریب همبستگی رده‌ای با استفاده از تحلیل یکطرفه واریانس محاسبه شد^[۱۰]. در تحقیقات موجود، این روش به عنوان راه به نسبت قابل اعتمادی برای سنجش پایایی بین دو یا چند مجموعه از اندازه‌گیری‌ها توصیه می‌شود. ضریب واریاسیون به عنوان میانه گرفته شده از معادله $[100 \times (\text{میان}/\text{انحراف معیار})]$ در بین آزمایش‌ها برای پایایی بین‌آزمایشی، بازآزمایی و بین ارزیابان محاسبه شد. انحراف معیار بین شرکت‌کنندگان به عنوان مقدار پایایی مطلق (که تغییرپذیری نتایج حاصل از هر اندازه‌گیری به اندازه‌گیری دیگر با آن بررسی شد) استفاده گردید^[۱۱]. انحراف معیار بین شرکت‌کنندگان به metric measure داده شده است، بزرگی خطای اندازه‌گیری را به همان واحدها (Sw = SD $\sqrt{1 - ICC}$) بیان می‌کند. برای هر انحراف معیار بین شرکت‌کنندگان، یک بازه اطمینان ۹۶ درصدی در محاسبات در نظر گرفته شد $(1.96 \times Sw)$ ^[۱۲]. برای تسهیل تفسیر انحراف معیار بین شرکت‌کنندگان، کوچکترین تفاوت قابل ردیابی (SDD) نیز به صورت $Sw \times 1.96 \times \sqrt{213}$ محاسبه گردید.

برای مقایسه تفاوت‌های بین اندازه‌گیری‌های حداکثر نیروی ایزومتریک عضلانی ایزومتریک که در زمان‌های مختلف و روزهای مختلف توسط ارزیابان اول و دوم اندازه گرفته شده بود و ردیابی تفاوت نیروی بازشدگی ران بین مردان و زنان، از آزمون‌های تی تست استفاده شد. برای تعیین رابطه بین اندازه‌های MVC اندازه‌گیری شده در دو زمان مختلف و دو روز مختلف توسط دو آزمایش‌کننده مختلف، از ضریب همبستگی پیرسون، نمودار نقطه‌ای و ضریب تشخیص استفاده شد. برای تمام تحلیل‌های آماری از بسته نرم‌افزاری آماری SPSS استفاده گردید. معناداری آماری در سطح خطای ۵ درصد تعیین شد ($p < 0.05$).

یافته‌ها

در این پژوهش، از روش‌های آماری مختلفی برای تعیین پایایی دستگاه اندازه‌گیری نیروی عضلانی زانو که تازه طراحی شده است برای اندازه‌گیری‌های نیروی گروه‌های عضله اکستنسور زانو استفاده شد.

در تمام بررسی‌های پایایی انجام شده در این پژوهش، سفارش ICC و ضریب واریاسیون (CV%) با اندازه‌گیری‌های انحراف معیار بین شرکت‌کنندگان (Sw) اندازه‌گیری‌های نیروی مطابقت داشت. در تحقیقات انجام شده، انحراف معیار بین شرکت‌کنندگان (Sw) به عنوان مهم‌ترین شاخص پایایی که خطاها را اندازه‌گیری می‌کند؛ توصیه می‌شود (انحراف معیار بین شرکت‌کنندگان کمتر نشان‌دهنده میزان بالاتر پایایی است). در یک برنامه تمرینی مستمر، انحراف معیار بین شرکت‌کنندگان می‌تواند اندازه‌گیری واقعی را از خطای برخاسته از مداخله جدا کند. در ارزیابی توانبخشی، نتایج انحراف معیار بین شرکت‌کنندگان بسیار آگاهی‌بخش است. برای مثال، معاینه‌گری که می‌خواهد پیشرفت بیمار را تخمین بزند، با محاسبه کوچکترین تفاوت قابل ردیابی (SDD) خواهد دانست که برای یک نتیجه‌گیری معتبر در مورد اینکه تغییر واقعی رخ داده است و حذف احتمال اینکه نتایج برخاسته از خطای اندازه‌گیری باشند، کدام تفاوت‌ها باید اندازه‌گیری شود. کوچکترین تفاوت قابل ردیابی باید به قدری کوچک باشد که تغییرات واقعی را در طول مدت مداخله نشان دهد. کوچکترین تفاوت قابل ردیابی (SDD) در اندازه‌گیری‌های نیروی عضلانی شرکت‌کنندگان سالم نشان داد که به هنگام اندازه‌گیری نیروی عضلانی زانو بعد از هرگونه تمرین عضله یا برنامه فیزیوتراپی، فقط تغییرات بزرگتر از $5/6 - 13/8$ (برای تأثیرات زمان، روز و معاینه گر) را می‌توان به عنوان تغییرات واقعی در نظر گرفت. در اندازه‌گیری‌های پایایی این پژوهش، واریاسیون زیست‌شناختی بین مواقع اندازه‌گیری کوچک بود زیرا پایایی در تمام موارد بزرگ بود ($0.97 > ICC$). نتایج محاسبات مقادیر ضریب واریاسیون (CV%) نیز بین مقادیر پذیرفته‌شده برای یک سیستم زیست‌شناختی (۱۵%-۱۰) بود.

پایایی درون ارزیابان

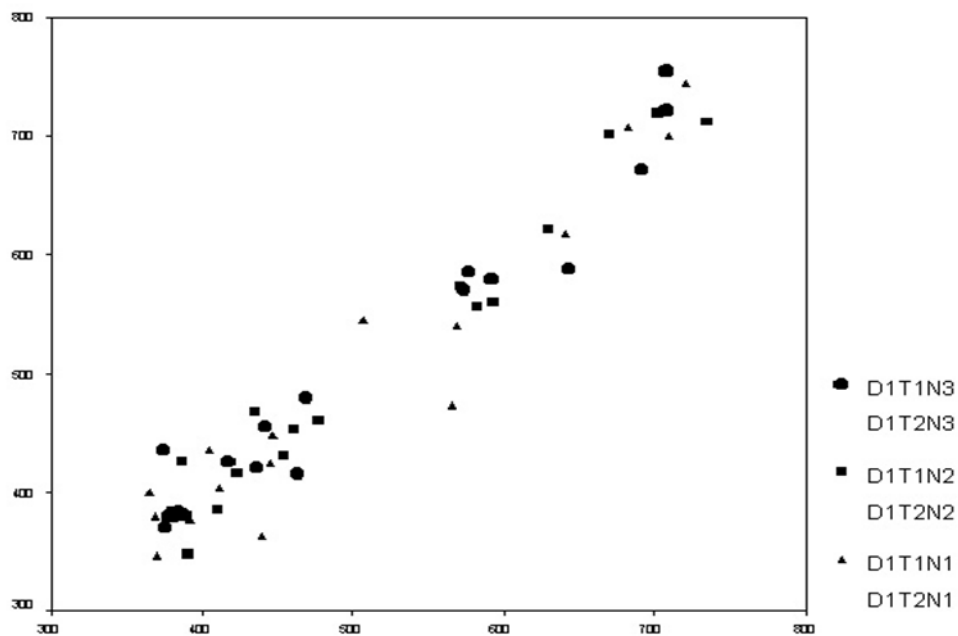
جدول شماره ۱ نتایج مربوط به پایایی بین‌آزمایشی و بازآزمایی اندازه‌گیری‌های همان ارزیاب را نشان می‌دهد. هیچ تفاوت معناداری در اندازه‌های نیروی عضلانی که در زمان‌های مختلف روز و در روزهای مختلف اندازه‌گیری شده بود، وجود نداشت. سازگاری سه اندازه‌گیری تکرار شده در همان زمان توسط ارزیاب اول و دوم $ICC = 0.97$ بود.

پایایی بین ارزیابان

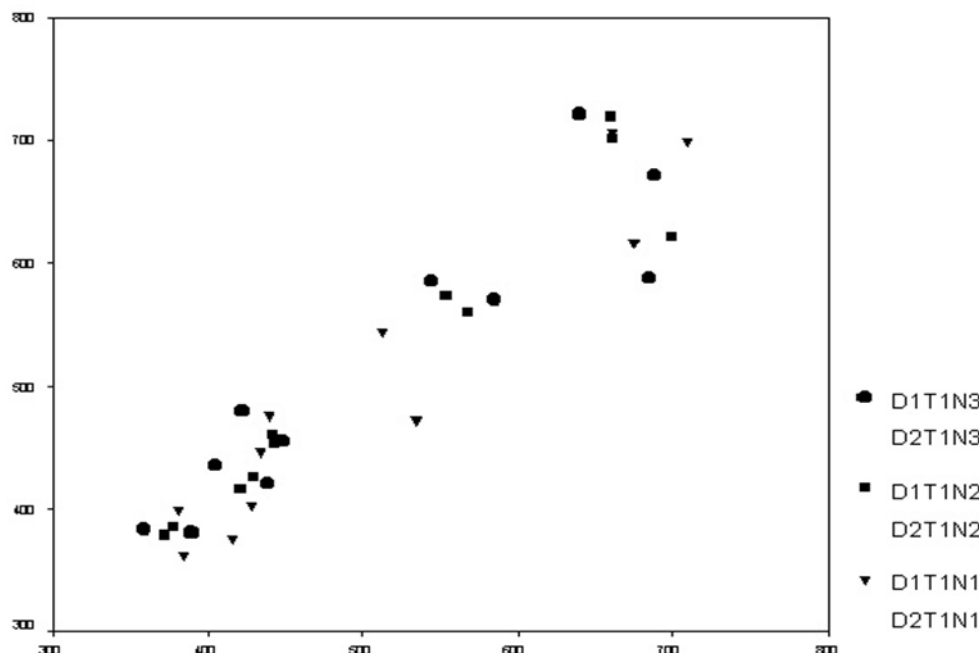
جدول ۱ نتایج پایایی درون ارزیابان اندازه‌گیری‌هایی را نشان می‌دهد. ضریب همبستگی رده‌ای (ICC)، ضریب واریاسیون (% CV) و انحراف معیار بین شرکت‌کنندگان (Sw) میزان بالای تکرارپذیری اندازه‌گیری نیروی عضلانی زانو بین ارزیابان را نشان می‌دهد. هیچ تفاوت معنادار آماری بین اندازه‌گیری‌های نیروی عضله کوادریسپس که توسط معاینه‌گر اول و دوم انجام شد، وجود ندارد. همبستگی‌های بین اندازه‌گیری‌های MVC انجام شده در دو زمان مختلف، در دو روز مختلف و توسط آزمایش‌کنندگان مختلف برای هر دو نیروی بازشدگی ایزومتریک زانوی راست و چپ به طور معناداری بالا بود ($p < 0.0001$ و $r > 0.98$). نمودار ۱، نمودار نقطه‌ای و ضریب تشخیص را برای هر دو اندازه‌گیری نیروی بازشدگی زانو نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد شرکت‌کنندگان مرد نیروهای اکستانسوری زانو بسیار بیشتری نسبت به شرکت‌کنندگان زن داشته باشند ($p < 0.05$). ارتباط بین اندازه‌گیری نیروی عضلات بازکننده زانو، بین روزهای مختلف در نمودار ۲ آورده شده است.

جدول ۱: اندازه‌گیری قابلیت اطمینان (ضریب همبستگی رده‌ای) (شرکت‌کننده) (ضریب واریاسیون) (انحراف معیار) (کوچکترین تفاوت قابل ردیابی)

۵/۶	۷±	۶/۲	۰/۹۷	۳۴	بین ارزیابان
۱۳/۸	۹/۱±	۱۰/۱	۰/۹۳	۱۹	بازآزمایی
۱۰/۲	۸±	۱۳	۰/۹	۱۰	درون ارزیابان



نمودار ۱: ارتباط بین اندازه‌گیری نیروی عضلات بازکننده زانو، بین زمان‌های مختلف در روز اول اندازه‌گیری (D=Day, T=Time) (N=Number, Time)



نمودار ۲: ارتباط بین اندازه گیری نیروی عضلات باز کننده زانو، بین روزهای مختلف (N=Number, T= Time, D= Day)

بحث و نتیجه گیری

پایایی بین ارزیابان به عنوان معیار اساسی برای اندازه‌گیری‌های عینی در نظر گرفته می‌شود. نتایج این پژوهش هیچ تفاوت معناداری را در اندازه‌گیری‌های نیروی عضلانی زانو بین دو ارزیاب نشان نداد. شاخص‌های بالای پایایی بین ارزیابان هیچ تفاوت بزرگی را در اندازه‌گیری نیروی عضلانی بین ارزیابان با سطح تجربه متفاوت نشان نداد.

در این پژوهش، نتایج آماری حاصل از محاسبه پایایی بین ارزیابان، بازآزمایی و درون ارزیابان نشان داد که اندازه‌گیری‌های نیروی عضلانی زانو تکرارپذیری بالایی دارند. این سازگاری احتمال استفاده از دستگاه آزمایش ایزومتریک عضله زانو را در ارزیابی‌های فیزیوتراپی و توانبخشی بالا می‌برد.

این مطالعه در قالب دو هدف جداگانه برنامه ریزی شده است، در گام نخست این مطالعه، دستگاه اندازه گیری قدرت عضلانی برای افراد سالم مورد استفاده قرار گرفت تا پایایی دستگاه اندازه‌گیری حداکثر نیروی ایزومتریک عضله کوادریسپس تعیین شود، با توجه به نقد و بررسی مطالعات انجام شده، که نقص فعال سازی حداکثری عضلات احاطه کننده مفاصل آسیب دیده، امری اجتناب ناپذیر است. همچنین این پدیده به آتروفی عضلانی می‌انجامد، یکی از این آسیب‌ها از فعال شدن حداکثری عضله کوادری سپس جلوگیری می‌نماید که بزرگترین نقش را در ضعف این عضله ایفا می‌کنند. از این رو هدف دوم پایه ریزی شد که با استفاده از این دستگاه با اندازه گیری قدرت عضله کوادریسپس به صورت قبل و بعد از درمان توانبخشی در بیماران مبتلا به آرتروز زانو و با ثبت مقادیر قدرت عضله و مقایسه همین مقادیر قبل و بعد، روشی مناسب برای برنامه‌ریزی فیزیوتراپی یا توانبخشی استفاده گردد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از همه افراد شرکت کننده در این تحقیق سپاسگزاری می‌نمایند.

منابع

1. Dunn JC, Iversen MD: Interrater Reliability of knee Force obtained by Hand-held Dynamometer. Backpain.2003

2. Fransen M, Crosbie J, Edmonds J: Isometric muscle force measurement for clinicians treating patients with osteoarthritis of the knee 2003, 49(1):29-35.
3. Robert J, Goldman, Krik A, Reinbold, Z., Annette Iglarash, Lawrence M. et al: Phase I design and evaluation of an isometric muscle reeducation device for knee osteoarthritis rehabilitation. *J Rehabil Res Dev.* 2003; 40(2):95-107.
4. Hunter SK, Thompson MW, Adams RD: Relationships among age-associated strength changes and physical activity level, limb dominance and muscle group in woman 2002, 55(6):B264-73
5. Rantanen T, Avland K, Suminen H, et al.: Muscle strength as a predictor of onset of ADL dependence in people aged 75 years. *Aging Clin Exp Res.* 2002; 14(3 Suppl):10-5.
6. Laufer Y, Ries JD, Leininger PM, Alon G: Quadriceps femoris muscle torques and fatigue generated by neuromuscular electrical stimulation with three different waveforms. *Phys Ther.* 2001 Jul; 81(7):1307-16.
7. Haas M: Statistical methodology for reliability studies. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics,* 1991; 14(2): 119-128.
8. Domholdt E: *Physical Therapy Research: Principle and Application.* Philadelphia: WB. Saunders Company, 1993, pp 153-157.
9. Bland JM, Altman DG: Measurement error. *British Medical Journal,* 1996, 313: 744.
10. McNemar Q: *Physiological Statistics.* 3th edition, New York: John Wiley and Sons Inc., 1962, pp 145-158.
11. Hinderer SR, Hinderer KA: Quantitative methods of evaluation. In: J.A. Delisa and B.A. Gans (Eds.), *Rehabilitation Medicine, Principle and Practice.* Philadelphia: J.B. Lippincott Company, 1993, p 106.
12. Stokes M: Reliability and repeatability of methods of measuring muscle in physiotherapy. *Physiotherapy Practice,* 1985, 1:71-76.
13. Bohannon, R.W., Bubela, D.J., Magasi, S.R., Gershon, R.C: Relative reliability of three objective test of limb muscle strength. *Isokinet Exerc Sci.* 2011; 19(2).
14. Wang YC, Bohannon RW, Magasi SR, Hryniewicz B, Morales A, Gershon RC, Rymer Z. Testing of knee extension muscle strength: A comparison of two portable alternatives for the NIH toolbox study. *Isokinetics and exercise science.* 2011; 19(3):163-8.
15. Katoh M, Isozaki K, Sakanoue N, Miyahara T. Reliability of isometric knee extension muscle strength measurement using a hand-held dynamometer with a belt: a study of test-retest reliability in healthy elderly subjects. *Journal of Physical Therapy Science.* 2010; 22(4):359-63.
16. Dunn JC, Iversen MD. Interrater Reliability of Knee Muscle Forces Obtained by Hand-held Dynamometer from Elderly Subjects with Degenerative Back Pain. *Journal of Geriatric Physical Therapy.* 2003; 26(3):23-9.