.MEJDS. 2020; 10:128. :

Published online 2020 Aug. **Research Article**

Effects of Timing Training on Stuttering Severity and Motor Timing in Children Who Stutter

Derakhshani MH[1], *Nezakat Al-hosseini M[2], Shafiei B[3], Nikkhah S[4]

Author Address
1. MA, Department of Sports sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran;
2. Associate Professor, Department of Sports sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran;
3. Assistant Professor, Department of Speech Therapy, School of Rehabilitation Sciences, Medical University of Isfahan, Isfahan, Iran;
4. MSc, Department of Speech Therapy, School of Rehabilitation Sciences, Medical University of Isfahan, Isfahan, Iran.
***Corresponding Author E-mail:** mnezakat2003@yahoo.com

Received: 2019 January 17 ; **Accepted:** 2019 May 7

Abstract

Background & Objectives: Stuttering is caused by the destruction of spatial and temporal control of the movements necessary to produce speech fluency. People who stutter act differently in control of the variability, speed and timing of speech movements at the time of speaking fluently. Physiological evidence suggests that the mechanisms of motor control for speech production and limb movements have the same nervous structures. Accordingly, in the present study, the researchers decided to use a motor timing intervention program assuming that by practicing this task, people who stutter can get the timing or ability to synchronize themselves with each move or the ability to accurately repeat the motor task with the rhythm. In addition, with the help of intrinsic (or emergent) timing processes, they can also transfer this probable improvement of timing stability during the implementation of motor tasks assignments to oral–motor tasks.
Methods: A quasi–experimental study with a pre–test post–test design was conducted on 14 children (10 boys and 4 girls) ranged between 4–6 years of age. The participants were recruited conveniently and assigned randomly to two groups of experimental and control. The experimental group underwent an eight–week sequential motor timing training. The Audacity and Stuttering Severity Instrument–Fourth Edition tests were used in order to measure the stuttering severity and motor timing, respectively. The data were analyzed using the covariance analysis.
Results: Analysis of covariance showed that by controlling the effect of pre–test, there was a significant difference between the mean scores of motor timing and the stuttering severity of children in both groups, and the average scores of motor timing (p<0.001) and stuttering severity (p=0.018) in the experimental group were significantly lower than the control group.
Conclusion: Based on the findings of this study, timing training improved mental timing and, as a result, stuttering severity decreased in children who stutter. In these children, speech and non–speech movements control processes had the same nervous structure. Weakness in the speech and non– speech abilities of people who stutter may therefore be due to defect in the timing mechanisms and impact of timing training on the mental timing or in fact same intrinsic (or emergent) timing processes improved the speech and reducing stuttering severity in these children.
Keywords: Timing training, Stuttering severity, Stuttering.

Copyright © 2016, MEJDS. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from jdisabilstud.org on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.23222840.1399.10.0.4.3]

مجله مطالعات ناتوانی ۱۳۹۹؛ (۱۰):۱۲۸.

انتشار برخط مرداد ۱۳۹۹ مقاله پژوهشی اصیل

اثر تمرینات زمان‌بندی بر شدت لکنت و زمان‌بندی حرکتی کودکان مبتلا به لکنت

محمدحسین درخشانی[۱]، *مریم نزاکت‌الحسینی[۲]، بیژن شفیعی[۳]، سپیده نیکخواه[۴]

توضیحات نویسندگان

۱. کارشناس ارشد، گروه رفتارحرکتی، دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، ایران؛

۲. دانشیار، گروه رفتارحرکتی، دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، ایران ؛

۳. استادیار، گروه گفتاردرمانی، دانشکدهٔ توان‌بخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، ایران ؛

۴. کارشناسی‌ارشد، گروه گفتاردرمانی، دانشکدهٔ توان‌بخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، ایران.

***رایانامهٔ نویسندهٔ مسئول:** mnezakat2003@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۲۷ دی ۱۳۹۷؛ **تاریخ پذیرش:** ۱۷ اردیبهشت ۱۳۹۸

چکیده

زمینه و هدف: لکنت در اثر تخریب کنترل فضایی و زمانی حرکات لازم جهت تولید روان گفتار به وجود می‌آید. افرادی که لکنت دارند، در کنترل تغییرپذیری، سرعت و زمان بندی نسبی حرکات گفتاری خود در موقع صحبت کردن روان، متفاوت عمل می‌کنند. شواهد فیزیولوژیکی نشان دادند که ساز و کارهای کنترل حرکتی برای تولید گفتار و حرکت اندام‌ها زیر بنای عصبی مشترکی دارند. بنابراین هدف از پژوهش حاضر تعیین تأثیر تمرینات زمان‌بندی بر زمان‌بندی حرکتی و شدت لکنت کودکان مبتلا به لکنت بوده است.

روش‌بررسی: این تحقیق از نوع نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون و گروه کنترل بود. شرکت‌کنندگان در این تحقیق چهارده کودک شهر اصفهان (ده پسر و چهار دختر) با محدودهٔ سنی ۴تا۶ سال بودند که به‌صورت دردسترس انتخاب شده و به‌طور تصادفی در دو گروه تجربی و کنترل تقسیم شدند. گروه تجربی به‌مدت هشت هفته تمرینات زمان‌بندی را انجام داد. از آزمون‌های شدت لکنت و آداسیتی به‌ترتیب جهت سنجش شدت لکنت و زمان‌بندی حرکتی استفاده شد. داده‌ها با استفاده از تحلیل کوواریانس تجزیه‌وتحلیل شدند.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد که پس از هشت هفته تمرینات زمان‌بندی، شدت لکنت ($p=۰/۰۱۸$) و زمان‌بندی حرکتی کودکان ($p<۰/۰۰۱$) گروه تجربی درمقایسه با گروه کنترل به‌طور معناداری بهبود یافته است.

نتیجه‌گیری: به‌نظر می‌رسد ارتباط قوی میان سیستم‌های زبانی و حرکتی وجود داشته و تمرینات زمان‌بندی ممکن است روش تمرینی مفیدی برای کاهش شدت لکنت در کودکان مبتلا به لکنت باشد.

کلیدواژه‌ها: تمرین زمان‌بندی، شدت لکنت، لکنت زبان.

حق انتشار محفوظ است © ۱۳۹۵، مجله مطالعات ناتوانی. این یک مقاله با دسترسی آزاد است که تحت مجوز اختیار_غیرتجاری ۴/۰ بین‌المللی (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.fa) منتشر شده است که به شما اجازه می‌دهد که مواد منتشر شده در این مقاله را با شرط ارجاع مناسب به نسخهٔ اصلی، به‌طور غیرتجاری نسخه‌برداری و توزیع کنید.

[Downloaded from jdisabilstud.org on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.23222840.1399.10.0.4.3]

۱ مقدمه

لکنت، اختلالی است که منجربه ازکارافتادگی سیستم حرکتی_کلامی می‌شود. اکثر نظریه‌ها، مجموعه‌ای از عوامل ژنتیکی و زبان‌شناسی و روانی‌اجتماعی را علت لکنت می‌دانند (۱). توانایی‌نداشتن سیستم گفتاری در تولید و ارسال دستورعمل‌های حرکتی به عضلات مربوط به تولید گفتار منجربه ایجاد لکنت می‌شود که درنهایت فرد توانایی صحبت‌کردن به‌صورت روان را از دست می‌دهد. به‌طور خلاصه روان‌نبودن گفتار و وقفه در تولید گفتار در کودکان و بزرگسالان، لکنت نامیده می‌شود. لکنت در اثر تخریب کنترل فضایی و زمانی حرکات لازم جهت تولید روان گفتار به‌وجود می‌آید. افرادی که لکنت دارند، در کنترل تغییرپذیری و سرعت و زمان‌بندی نسبی حرکات گفتاری خود در موقع صحبت‌کردن روان، متفاوت عمل می‌کنند (۲و۳). مطالعات حاکی‌از آن است که مشکلاتی در زمان‌بندی و هماهنگی سیستم کنترل گفتار در افراد مبتلا به لکنت وجود دارد و این عامل را علت اصلی رشد لکنت می‌دانند (۲). بسیاری از محققان معتقدند در افراد مبتلا به لکنت نارسایی حرکتی عمومی یا به‌طور اختصاصی‌تر، مشکلی در زمان‌بندی وجود دارد که عاملی برای رشد و باقی‌ماندن این اختلال است (۱). فرانتس و همکاران (۴) مدارک بیشتری برای تأیید وجود وقت‌نگه‌دار مرکزی به‌عنوان فرآیندی مشترک فراهم کردند. آن‌ها نشان دادند که پایداری زمان‌بندی در هنگام استفاده از سیستم‌های حرکتی_دهانی و حرکتی_دستی وجود دارد. برطبق این نتایج به‌نظر می‌رسد فرآیندهای عصبی مشترکی در زمان‌بندی کلامی و دستی وجود داشته باشد. براساس این فرضیه ممکن است پردازش زمانی درونی مثل ساعتی درونی به‌طور مشترک در سیستم‌های حرکتی مختلف موجود باشد. تصور می‌شود که افراد مبتلا به لکنت دارای ضعفی عمومی در این فرآیندهای زمان‌بندی مرکزی باشند (۴). فرض بر این است که سازوکارهای کنترل حرکتی برای تولید گفتار و تکالیف حرکتی دهانی غیرکلامی و حرکت اندام‌ها، زیربنای عصبی مشترکی دارند؛ بنابراین، نقص در سیستم حرکتی گفتار بر سایر سیستم‌ها (به‌عنوان مثال، در تکالیف مربوط به حرکت اندام‌ها یا تکالیف حرکتی دهانی غیرکلامی) اثر می‌گذارد (۲،۳).

مطالعات تصویربرداری عصبی نشان می‌دهند که در هنگام حرکت و تولید گفتار، مناطق مشابهی از مغز فعال می‌شوند. بینکوفسکی و بوچینو (۵) فعالیتی در منطقهٔ بروکا در هنگام تولید گفتار و حرکات پیچیدهٔ دست مشاهده کردند. همچنین، افزایش جریان خون به منطقهٔ بروکا در هنگام تکلیف چنگ‌زدن دیده شده است. به‌علاوه ناحیه‌ای در نزدیکی منطقهٔ بروکا شناخته شده است که در موقع انجام حرکات ریتمیک دهان و حرکات اندام‌ها فعال می‌شود (۶). اسمیت و همکاران (۷) دریافتند، هنگامی‌که شرکت‌کنندگان هم‌زمان با صحبت‌کردن، تکلیف ضربه‌زدن با انگشت را انجام می‌دهند، سرعت و دامنهٔ حرکت این دو فعالیت به‌طور خودکار هماهنگ می‌شود. علاوه‌بر این، مطالعات دیگر بر روی شرکت‌کنندگانی که به‌صورت نرمال صحبت می‌کردند، نشان داد که زمان‌بندی درون‌فردی و تغییرپذیری و دقت، در حرکات ریتمیک گفتاری و غیرگفتاری مشابه است (۶،۷). اندازه‌گیری زمان‌بندی گفتار و تولید صدایی و ضربه‌زدن با انگشت دست و پا نشان می‌دهد که بین حرکات مشابه در اندام‌های متفاوت ارتباط مثبت وجود دارد (برای مثال حرکات اندام‌های بدن یا تکالیف حرکتی دهانی غیرکلامی) (۸). این یافته‌ها پیشنهاد می‌کنند افراد مکانیسم‌های زمان‌بندی مشترکی دارند که در موقع انجام تکالیف حرکتی ریتمیک مختلف از آن استفاده می‌نمایند (۲). این موضوع می‌تواند تا حدودی توضیحی بر وجود منابع عصبی مشترک در سیستم‌های حرکتی باشد (۸). مدارکی دربارهٔ وجود این تشابهات زمان‌بندی در اندام‌ها و تکالیف گفتاری در افراد با لکنت نیز به‌دست آمده است (۲).

ممکن است نقص حرکتی گفتاری که در لکنت مشاهده می‌شود، به حوزهٔ حرکتی غیرکلامی نیز منتقل شود (۳). کوپر و آلن (۸) نشان دادند، کودکانی که در تکلیف زمان‌بندی ضربه‌زدن با انگشت درمقایسه با کودکان دیگر بهتر هستند، در تکلیف زمان‌بندی تکرارکردن جمله نیز بهتر عمل می‌کنند و این همبستگی در کودکان دارای لکنت بسیار بیشتر از کودکان عادی است. باتوجه به این استدلال، به‌نظر می‌رسد نارسایی حرکتی عمومی در مبتلایان به اختلال لکنت وجود داشته باشد که این نارسایی، حرکات دهانی غیرکلامی و حرکات اندام را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. محققانی که نقص زمان‌بندی کلی را در لکنت گزارش داده‌اند، نشان می‌دهند که بزرگسالان مبتلا به لکنت در زمان‌بندی گفتار دارای آهنگ و بدون آهنگ و تکالیف حرکتی دهانی غیرکلامی و تکلیف ضربه‌زدن با انگشت که در آن‌ها مهارت‌های زمان‌بندی با توانایی همگام‌سازی با هر ضربه یا توانایی تکرار دقیق یک‌ریتم مشخص شده، ضعیف عمل می‌کنند (۲). چانگ و همکاران (۹) فرض کردند که سازوکارهای عصبی برای برنامه‌ریزی و اجرای حرکات اندام‌های هجای با اهداف شنوایی، در بزرگسالان با لکنت و عادی در طی انجام حرکات گفتاری و غیرگفتاری مشترک است. آن‌ها با استفاده از تصویربرداری الکترومغناطیسی کارکردی، الگوهای فعال‌سازی مغز را در ناحیهٔ قشر پیش‌حرکتی و ناحیهٔ گیجگاهی آهیانه‌ای بررسی کردند و دریافتند که افراد مبتلا به لکنت الگوهای مختلف فعال‌سازی را در یکپارچه‌سازی ادراکی و نیز در برنامه‌ریزی و اجرای تولید کلام در تکالیف گفتاری و غیرگفتاری، نشان می‌دهند. الگوهای فعال‌شدن در دو گروه لکنت و کنترل تفاوت داشت؛ اما در درون هر گروه، الگوی فعال‌شدن در تکالیف گفتاری و غیرگفتاری همسان بود که از فرضیهٔ بنیادی سیستم کنترل عصبی مشترک حمایت می‌کند.

در مطالعهٔ اخیری (۱۰) با استفاده از تحریک الکتریکی موضعی قشر پیش‌حرکتی جانبی_خلفی، افراد شرکت‌کننده باید با انگشت اشارهٔ دست راست تکلیف ضربه‌زدن را هماهنگ با مترونوم انجام می‌دادند. محققان مشکلات زمان‌بندی را در چهارده بزرگسال مبتلا به لکنت پس از تحریک سمت راست این منطقه گزارش کردند. درمقابل طبق انتظار، در افراد عادی مشکلات زمان‌بندی پس از تحریک سمت چپ ناحیهٔ مذکور ظاهر شد. این یافته وجود نواحی مغزی متفاوت یا غیرمعمول را برای کنترل زمان‌بندی حرکات غیرگفتاری در افراد مبتلا به لکنت تأیید می‌کند (۱۰).

شواهد تحقیقی دیگری نیز نقص هماهنگی عمومی را در افراد مبتلا به لکنت نشان می‌دهد. این ضعف با تغییرپذیری بیشتری در توالی چندحرکتی لب و فک و حرکت انگشتان در هنگام انجام تکالیفی مانند

[Downloaded from jdisabilstud.org on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.23222840.1399.10.0.4.3]

دقت در چرخاندن محور و سرعت حرکت فلکشن و دقت توالی ضربه‌زدن با انگشت مشاهده شده است (۱۱).

بنابراین در تحقیقات مختلف که از روش‌های سنجش گوناگون ازجمله تصویربرداری عصبی برای بررسی الگوهای فعال‌سازی عصبی استفاده کردند، مشخص شد که تفاوت‌های حرکتی در افراد مبتلا به لکنت فقط محدود به تولید گفتار نیست و در هنگام اجرای تکالیف دیگر نیز دیده می‌شود (۳). در برخی از تحقیقات ضعف در کنترل زمان‌بندی در هنگام اجرای تکالیف حرکتی به‌ویژه تکالیفی با سرعت زیاد یا تکالیف نیازمند به حرکت از ریتمی به ریتم دیگر، بیشتر گزارش شده است (۱۲)؛ بنابراین به‌نظر می‌رسد نقص حرکتی گفتاری که در لکنت مشاهده می‌شود، به حوزهٔ حرکتی غیرکلامی نیز انتقال‌پذیر است.

گزارشات زیادی از هم‌زمانی اختلالات زبانی‌ـ‌شناختی و اختلالات حرکتی وجود دارد. شواهد عصب‌فیزیولوژیکی مشخص می‌کند که از یک‌سو مناطق مغزی مربوط به کارکردهای زبانی هنگام انجام تکالیف حرکتی فعال هستند و از سوی دیگر هنگام انجام تکالیف زبانی، مناطق حرکتی مغز نیز فعال می‌شوند (۲)؛ این مطلب نشان می‌دهد سازوکارهای کنترل حرکتی برای تولید گفتار و حرکت اندام‌ها زیربنای عصبی مشترکی دارند (۲،۳). بر این اساس در تحقیق حاضر محققان بر آن شدند تا از یک‌برنامهٔ مداخلهٔ زمان‌بندی استفاده کنند؛ با این فرض که ممکن است با انجام این دوره تمرینات افراد بتوانند زمان‌بندی یا توانایی همگام‌سازی با هر حرکت یا توانایی تکرار دقیق حرکت همراه با ریتم را کسب کنند و با کمک یک‌پردازشگر زمانی درونی (۲) بتوانند این بهبود احتمالی پایداری زمان‌بندی در هنگام اجرای تکالیف حرکتی را به تکالیف حرکتی‌ـ‌دهانی نیز انتقال بدهند؛ بنابراین هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر یک‌دوره تمرینات زمان‌بندی بر زمان‌بندی حرکتی و شدت لکنت کودکان مبتلا به لکنت بود.

۲ روش‌بررسی

تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی و به‌صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون با استفاده از یک‌گروه کنترل بود. جامعهٔ مطالعه‌شده را تمامی کودکان مبتلا به لکنت در دامنهٔ سنی ۴تا۶ سال، مراجعه‌کننده به سه مرکز گفتاردرمانی در شهر اصفهان تشکیل دادند. از این میان چهارده نفر از کودکان دختر و پسر با شدت لکنت متوسط تا خفیف که شش ماه از زمان لکنت آن‌ها گذشته بود، به‌صورت دردسترس انتخاب شده و به‌طور تصادفی در دو گروه کنترل (هفت نفر) و آزمایش (هفت نفر) قرار گرفتند. شرایط ورود کودکان به آزمایش شامل ابتلا به لکنت (با شدت متوسط تا خفیف)، دامنهٔ سنی ۴تا۶ سال، حس بینایی و شنوایی سالم و بهرهٔ هوشی نرمال، وجودنداشتن اختلال خاص، بیماری‌های عصبی و تأخیر حرکتی، اختلالات همبود (بیش‌فعالی و غیره) و مصرف‌نکردن داروی خاصی بود. شرایط خروج نیز شامل شرکت‌نداشتن منظم در تمرینات و تکمیل‌نکردن آزمون‌های تحقیق و مصرف داروهای خاص با عوارض حرکتی و شناختی در حین تحقیق بود.

قبل از اجرای تمرینات، کودکان هر دو گروه موافقت کتبی خود را طی رضایت‌نامه‌ای اعلام کردند. گروه کنترل فقط در درمان استاندارد لیدکامپ[1] گفتاردرمانی شرکت کرد؛ اما گروه آزمایش علاوه‌بر درمان استاندارد لیدکامپ، تمرینات زمان‌بندی را به‌مدت هشت هفته و هر هفته دو جلسه انجام داد.

قبل از شروع تمرینات در مرحلهٔ پیش‌آزمون، با استفاده از ابزار سنجش شدت لکنت[2] (SSI4) و آداسیتی[3] به‌ترتیب مقادیر شدت لکنت و زمان‌بندی حرکتی آزمودنی‌ها بررسی شد. جلسات تمرین در اتاقی آرام و آگوستیک انجام پذیرفت. مدت‌زمان هر جلسهٔ تمرین حداکثر پانزده دقیقه برای هر کودک بود. در جلسات تمرین از شرکت‌کننده خواسته شد به صدای مترونوم گوش دهد و هماهنگ با ضربات مترونوم تکالیف مختلف ضربه‌زدن را با دست برتر و غیربرتر و با پای برتر و غیربرتر اجرا کند (۱۳) (جدول ۱). پس از هشت هفته مداخله، در مرحلهٔ پس‌آزمون دوباره آزمون‌های مذکور گرفته شد.

آزمون شدت لکنت (۱۴) به سنجش ابعاد رفتاری لکنت (فراوانی و دیرش و رفتارهای فیزیکی) می‌پردازد. فراوانی با درصد هجاهای لکنت‌شده مشخص می‌گردد و به نمرهٔ ۲تا۱۸ تبدیل می‌شود. دیرش شامل میانگین سه تا از وقایع طولانی‌تر لکنت است که از ۴تا۱۸ نمره‌دهی می‌شود. رفتارهای فیزیکی همراه، در چهار طبقه بررسی خواهد شد و هر طبقه از ۰تا۵ نمره‌دهی می‌شود. نمرهٔ مجموعهٔ (رفتارهای فیزیکی) این طبقات ۰تا۲۰ است. نمرهٔ کل آزمون شدت لکنت از مجموع سه زیرمجموعه (فراوانی و دیرش و رفتارهای فیزیکی) به‌دست می‌آید.

در قسمت فراوانی، گفتاردرمانگر از شرکت‌کننده می‌خواهد سه جمله را که حداقل دارای ۵۰ هجا است، بیان کند. بعد از اینکه شرکت‌کننده جملات را بیان کرد، تعداد هجاهایی که در هنگام بیان جملات، دچار لکنت شده بود توسط گفتاردرمانگر شمرده می‌شود. درصد فراوانی لکنت از مجموع هجاهای لکنت‌شده تقسیم بر کل تعداد هجاها ضرب در ۱۰۰ به‌دست می‌آید. سپس باتوجه به فرم استاندارد SSI4 و جدول مربوط به درصد فراوانی لکنت، نمرهٔ مربوط به فراوانی محاسبه می‌شود. در قسمت دیرش، گفتاردرمانگر میانگین طول سه تا از رخدادهای بسیار طولانی لکنت را با دقت ۰/۱ ثانیه اندازه‌گیری می‌کند. باتوجه به فرم استاندارد SSI4 و جدول مربوط به دیرش، گفتاردرمانگر براساس مدت‌زمان میانگین سه تا از رخدادهای بسیار طولانی لکنت، نمرهٔ مربوط به آن را باتوجه به جدول محاسبه می‌کند.

در قسمت علائم فیزیکی همراه، شش مقیاس وجود دارد: ۰=هیچ؛ ۱=درخورتوجه نیست مگر اینکه جست‌وجو شود؛ ۲=به‌سختی به چشم مشاهده‌گری عادی نمایان است؛ ۳=آشفته‌کننده؛ ۴=بسیار آشفته‌کننده؛ ۵=ظاهر دردناک و شدید. هم‌زمان که شرکت‌کننده در حال بیان جملات است، گفتاردرمانگر حالات شرکت‌کننده (مانند ۱. صدای آشفته‌کننده مثل تنفس صدادار، ۲. شکلک‌های چهره‌ای مثل حرکت سریع فک، ۳. حرکت سر مثل به‌سمت عقب یا جلو، ۴. حرکت اندام‌های انتهایی مثل حرکت دست و بازو) را بررسی می‌کند و براساس

[1]. Lidcombe program

[2]. Stuttering Severity Instrument–Fourth Edition

[3]. Audacity

[Downloaded from jdisabilstud.org on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.23222840.1399.10.0.4.3]

آن به شرکت‌کننده نمره می‌دهد. در آخر گفتاردرمان با جمع سه نمره (فراوانی+دیرش+علائم فیزیکی همراه) نمرهٔ کل شدت لکنت فرد را محاسبه می‌کند.

پایایی آزمون نسخه فارسی توسط ذوالفقاری و همکاران سنجیده شد. پایایی آزمون در حالت میان آزمونگر برای هر بخش از آزمون، ۰/۹۸ تا ۰/۹۴ بود. پایایی درون آزمونگر (اجرای مجدد آزمون) برای هر بخش، ۰/۹۸ تا ۰/۹۲ نشان داده شد. ضریب آلفای کرونباخ برای کل آزمون ٪۸۷ بود (۱۵). رایلی این ابزار را بر روی ۷۲ کودک مبتلا به لکنت اجرا کرد. درصد توافق در حالت میان آزمونگر برای هر بخش از ۸۲/۹ تا ۹۶/۴ گزارش شده است (۱۴،۱۶).

نرم‌افزار آداسیتی توسط دومینیک مازونی و راجر دانبرگ در پاییز ۱۹۹۹ در دانشگاه کارنگی ملون ساخته شد (۱۷). این نرم‌افزار در ماه مه سال ۲۰۰۰ به‌عنوان نرم‌افزار رایگان منتشر شد. نرم‌افزار مذکور به‌لحاظ آماری توسط گروه آداسیتی توسعه یافته است. این نرم‌افزار قادر به تولید انواع صدا و نویز یا ریتم‌های مختلف است. همچنین نرم‌افزار آداسیتی جهت ضبط و ویرایش صدا استفاده می‌شود. این نرم‌افزار برای ضبط صدای زنده ازطریق میکروفون یا میکسر، برای ویرایش فایل‌های صوتی، برش، ترکیب‌کردن، کپی‌کردن یا ترکیب صداها باهم و برای اندازه‌گیری سرعت یا اندازه‌گیری فاصلهٔ زمانی به‌کار می‌رود. در تحقیق حاضر از این نرم‌افزار به‌منظور اندازه‌گیری زمان‌بندی حرکتی استفاده شد. به این ترتیب که کودکان مبتلا به لکنت به صدای مترونوم گوش دادند و سعی کردند هم‌زمان با مترونوم تکلیف ضربه‌زدن با بلز (اسباب‌بازی که تولید صدا می‌کند) را به‌صورت هماهنگ انجام دهند. سپس این نرم‌افزار صدای مترونوم و صدای بلز را به‌طور هم‌زمان ثبت کرد و با محاسبهٔ فاصلهٔ زمانی بین صدای مترونوم و صدای ضربه‌زدن، دقت زمان‌بندی را براساس هزارم ثانیه اندازه‌گیری نمود. هوچیکو (۱۸) برای اندازه‌گیری فاصلهٔ زمانی بین دو برخورد توپ تنیس با میز، نرم‌افزار آداسیتی را به‌کار برد. همچنین در تحقیق دیگری مورادگلو و همکاران (۱۹) جهت اندازه‌گیری فاصلهٔ زمانی برخورد کره‌ها باهم (کره‌ها به‌صورت پاندولی به‌هم برخورد کردند) از این نرم‌افزار استفاده نمودند. این نرم‌افزار با ضبط صدای مربوط به خوردن دو کره به‌هم که منجربه تولید صدا شده، فاصلهٔ زمانی هر برخورد را محاسبه کرد. همچنین الیور و همکاران (۲۰) به بررسی هم‌زمان جنبه‌های شناختی و حرکتی تکلیف زمان‌بندی در کودکان فلج مغزی پرداختند. در این تحقیق نیز برای اندازه‌گیری زمان‌بندی توالی‌های موسیقی و بیان کلامی، به‌صورت مستقیم از نرم‌افزار آداسیتی استفاده شد.

جدول ۱. پروتکل تمرینات زمان‌بندی

نوع تمرین و اسباب‌بازی	تعداد کوشش‌ها در یک‌جلسه	تعداد ضربه‌ها در یک‌کوشش	فاصلهٔ بین ضربه‌ها	تعداد ضربات همراه با مترونوم	زمان استراحت بین هر کوشش	کل زمان جلسه برای هر کودک
ضربه‌زدن با یک‌دست	۵الی۶ بار	۳۰ ضربه	۱۰۰۰ میلی‌ثانیه	۳۰ ضربه	۲۰الی۳۰ ثانیه	۸ دقیقه
ضربه‌زدن با یک‌دست روی ران پا	۵الی۶ بار	۳۰ ضربه	۱۰۰۰ میلی‌ثانیه	۳۰ ضربه	۲۰الی۳۰ ثانیه	۸ دقیقه
ضربه‌زدن با نوک انگشتان پا	۵الی۶ بار	۳۰ ضربه	۱۰۰۰ میلی‌ثانیه	۳۰ ضربه	۲۰الی۳۰ ثانیه	۸ دقیقه
ضربه‌زدن با نوک انگشتان پا به‌صورت متناوب	۵الی۶ بار	۳۰ ضربه	۱۰۰۰ میلی‌ثانیه	۳۰ ضربه	۲۰الی۳۰ ثانیه	۸ دقیقه
ضربه‌زدن با پاشنهٔ پا	۵الی۶ بار	۳۰ ضربه	۱۰۰۰ میلی‌ثانیه	۳۰ ضربه	۲۰الی۳۰ ثانیه	۸ دقیقه
ضربه‌زدن با پاشنهٔ پا به‌صورت متناوب	۵الی۶ بار	۳۰ ضربه	۱۰۰۰ میلی‌ثانیه	۳۰ ضربه	۲۰الی۳۰ ثانیه	۸ دقیقه
ترکیب حرکت دست و پا	۵الی۶ بار	۳۰ ضربه	۱۰۰۰ میلی‌ثانیه	۳۰ ضربه	۲۰الی۳۰ ثانیه	۸ دقیقه
سنج	۵الی۶ بار	۱۵الی۲۰ ضربه	۱۰۰۰ میلی‌ثانیه	۱۵الی۲۰ ضربه	۲۰الی۳۰ ثانیه	۸ دقیقه
پیانو فرشی	۵الی۶ بار	۱۵الی۲۰ ضربه	۱۰۰۰ میلی‌ثانیه	۱۵الی۲۰ ضربه	۲۰الی۳۰ ثانیه	۸ دقیقه
پیانو دستی	۵الی۶ بار	۱۵الی۲۰ ضربه	۱۰۰۰ میلی‌ثانیه	۱۵الی۲۰ ضربه	۲۰الی۳۰ ثانیه	۸ دقیقه
ست درامر چوبی	۵الی۶ بار	۱۵الی۲۰ ضربه	۱۰۰۰ میلی‌ثانیه	۱۵الی۲۰ ضربه	۲۰الی۳۰ ثانیه	۸ دقیقه

۳ یافته‌ها

به‌منظور بررسی نرمال‌بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک و برای ارزیابی همگنی واریانس‌ها از آزمون لوین و جهت آزمون فرضیه‌های تحقیق از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد. نتیجهٔ این آزمون‌ها نشان داد که تمامی پیش‌فرض‌های آزمون تحلیل کوواریانس برقرار است. برای همهٔ فرضیه‌ها سطح معناداری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. نتایج آنالیز کوواریانس در جدول ۲ ارائه شده است.

[Downloaded from jdisabilstud.org on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.23222840.1399.10.0.4.3]

جدول ۲. شاخص‌های توصیفی متغیرهای زمان‌بندی حرکتی و شدت لکنت در مرحلهٔ پیش‌آزمون و پس‌آزمون به‌تفکیک دو گروه آزمایش و کنترل به‌همراه نتایج آنالیز کوواریانس

متغیر	گروه	پیش‌آزمون		پس‌آزمون		مقایسهٔ پس‌آزمون		
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	مقدار F	مقدار p	مجذور اتا
زمان‌بندی حرکتی	آزمایش	۰/۳۶	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۰۴	۱۸/۴۸۲	<۰/۰۰۱	۰/۶۲۷
	کنترل	۰/۳۲	۰/۰۹	۰/۲۹	۰/۰۸			
شدت لکنت	آزمایش	۲۱/۵۷	۹/۲۷	۱۷/۱۴	۱۰/۷۶	۷/۷۳۳	۰/۰۱۸	۰/۴۱۳
	کنترل	۱۹/۵۷	۶/۸۵	۱۸/۱۴	۶/۵۷			

براساس جدول ۲، نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد که با کنترل اثر پیش‌آزمون تفاوت معناداری بین نمرات زمان‌بندی حرکتی (p<۰/۰۰۱) و شدت لکنت (p=۰/۰۱۸) کودکان دو گروه آزمایش و کنترل مشاهده می‌شود و میانگین امتیازات زمان‌بندی حرکتی در گروه آزمایش به‌طور معناداری درمقایسه با گروه کنترل کمتر است؛ همچنین میانگین نمرات شدت لکنت در گروه آزمایش به‌طور معناداری درمقایسه با گروه کنترل کمتر بوده است.

۴ بحث

در اختلالی مانند لکنت، سیستم حرکتی گفتار قادر به تولید یا ارسال دستورات حرکتی برای صحبت‌کردن روان نیست؛ بنابراین افراد مبتلا به لکنت با ضعف کنترل زمانی و مکانی برای تولید گفتار روان مواجه هستند. براساس یافته‌های تحقیق حاضر، تفاوت معناداری بین امتیازات زمان‌بندی حرکتی و شدت لکنت کودکان در دو گروه تجربی و کنترل مشاهده شده و میانگین امتیازات زمان‌بندی حرکتی و شدت لکنت در گروه تجربی به‌طور معناداری درمقایسه با گروه کنترل کمتر بوده است. به‌نظر می‌رسد تمرینات زمان‌بندی حرکتی بر زمان‌بندی حرکتی و کاهش شدت لکنت کودکان مبتلا به لکنت اثر داشته است. این نتایج با تحقیق فرانتس و همکاران (۴)، اسمیت و همکاران (۷)، اولاندر و همکاران (۲)، پکمن(۲۱)، فلانگا (۲۲) و ایچل و همکاران (۲۳) همسوست. این مطالعات نقص در هماهنگی و زمان‌بندی حرکتی را در سیستم‌های کنترل زبان در افراد مبتلا به لکنت نشان می‌دهند.

مطالعات حاکی‌از آن است که زمان‌بندی و هماهنگی سیستم کنترل گفتار در افراد مبتلا به لکنت دارای مشکلاتی است (۲). فرانتس و همکاران (۲۴) نشان دادند که پایداری زمان‌بندی (سیستم وقت‌نگه‌دار مرکزی) در هنگام استفاده از سیستم‌های حرکتی_دهانی و حرکتی_دستی وجود دارد. براساس این فرضیه ممکن است پردازش زمانی درونی مثل ساعتی درونی به‌طور مشترک در سیستم‌های حرکتی مختلف موجود باشد. تصور می‌شود که ضعفی عمومی در این فرآیندهای زمان‌بندی مرکزی در افراد مبتلا به لکنت زبان وجود دارد (۴).

علاوه‌بر این مطالعات تجزیه‌وتحلیل گفتار افراد مبتلا به لکنت مشخص کرد که این افراد در بیان هجاها نقصی در زمان‌بندی لب و فک از خود نشان می‌دهند (۳،۲۳). همچنین اولاندر و همکاران (۲) در تحقیقی دریافتند که کودکان مبتلا به لکنت در زمان‌بندی دچار مشکل هستند. درحقیقت کودکان مبتلا به لکنت مشکل اساسی در سیستم عصبی خود دارند که در توانایی انجام تکالیف ریتمیک و زمان‌بندی دارای مشکل هستند. پکمن (۲۱) وجود ناهنجاری را در مکانیسم زمان‌بندی دلیل اصلی ایجاد لکنت زبان می‌داند.

در تحقیقی دیگر هیلگر (۳) نشان داد که افراد مبتلا به لکنت دقیقاً می‌دانند چه می‌خواهند بگویند و هیچ دشواری در دسترسی به حافظه یا دایرهٔ واژگان خود ندارند. آن‌ها تنها با مشکلاتی در زمان‌بندی شروع صحبت و تولید کلمات روبه‌رو هستند. در همین راستا اسمیت و همکاران (۷) با استفاده از یک تکلیف زمان واکنش کلامی به این نتیجه رسیدند که افراد مبتلا به لکنت درمقایسه با افراد عادی در شروع حرکات کلامی تأخیر دارند. در نظام حرکتی، فرض بر این بوده که ریشهٔ بنیادی و اساسی اختلال لکنت، مکانیسم‌های زمان‌بندی است (۹). فرضیهٔ مذکور با این مشاهده که شخص مبتلا به لکنت، ذهنی درگیرتر در گفتار درمقایسه با کودکان بدون لکنت داشته، همخوانی دارد. این مسئله در فعالیت‌هایی مثل اداکردن کلمات، تحلیل واج‌ها، طول گفتار و زمان آغاز صحبت‌کردن مشهود است (۳).

همچنین فلانگا و همکاران (۲۲) مشخص کردند که ریتم‌ها نقش مهمی در زمان و موسیقی بازی می‌کنند. درواقع آن‌ها نشان دادند، کودکان مبتلا به لکنت که از لحاظ هوشی نرمال هستند، ادراکات ریتمیک ضعیفی دارند. آن‌ها اشاره کردند که بین آگاهی واج‌شناسی (خواندن) و مهارت‌های ریتمیک، همبستگی زیادی دیده می‌شود و پیوندی قوی بین مهارت‌های زمانی و توانایی‌های واج‌شناختی و خواندن وجود دارد. ایچل و همکاران (۲۳) نیز عنوان کردند که تولید گفتار روان به حرکت‌های دقیق زمانی نیازمند است. درحقیقت آن‌ها بیان داشتند که نقص در شبکه‌های زمان‌بندی مغز یکی از دلایل اصلی عصب‌فیزیولوژیکی لکنت است.

برای حمایت بیشتر از این استدلال مطالعهٔ تصویربرداری عصبی توسط چانگ و همکاران (۹) نشان داد که فعالیت عصبی غیرعادی در تکالیف گفتاری در بزرگسالان مبتلا به لکنت وجود دارد که به‌صورت مشابه این فعالیت عصبی در تکالیف حرکتی دهانی غیرگفتاری و تکالیف حرکتی نیز دیده می‌شود. فرض بر این است که سازوکارهای کنترل حرکتی برای تولید گفتار و تکالیف حرکتی دهانی غیرکلامی و حرکت اندام‌ها، زیربنای عصبی مشترکی دارند؛ بنابراین، نقص در سیستمی (سیستم حرکتی گفتار) بر سایر سیستم‌ها اثر می‌گذارد (به‌عنوان مثال، در تکالیف مربوط به حرکت اندام‌ها یا تکالیف حرکتی

[Downloaded from jdisabilstud.org on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.23222840.1399.10.0.4.3]

دهانی غیرکلامی) (۲،۳). در پژوهش‌های گذشته، هم‌زمان‌بودن نقص هماهنگی در زمان‌بندی و اختلالات زبانی‌ـ شناختی بررسی و روشن شده است که از یک‌سو مناطق مغزی مربوط به کارکردهای زبانی هنگام انجام تکالیف حرکتی فعال هستند و از طرف دیگر هنگام انجام تکالیف زبانی، مناطق حرکتی مغز نیز فعال می‌شوند (۲)؛ این مطلب نشان می‌دهد مکانیسم‌های کنترل حرکتی برای تولید گفتار و حرکت اندام‌ها زیربنای عصبی مشترکی دارند (۲،۳).

اسمیت و همکاران (۷) دریافتند، هنگامی‌که شرکت‌کنندگان هم‌زمان با صحبت‌کردن، تکلیف ضربه‌زدن با انگشت را انجام می‌دهند، سرعت و دامنهٔ حرکت این دو فعالیت به‌طور خودکار هماهنگ می‌شود. فرانتس و همکاران (۴) مشخص کردند که پایداری زمان‌بندی در هنگام استفاده از سیستم‌های حرکتی‌ـ دهانی و حرکتی‌ـ دستی وجود دارد. همچنین هیلگر (۳) نشان داد که در افراد مبتلا به لکنت، شدت لکنت هنگام انجام هم‌زمان تکلیف صحبت‌کردن و کشیدن نقاشی بسیار بیشتر از زمانی است که فقط یکی از این دو تکلیف به‌تنهایی انجام می‌شود. مطالعات مختلف نیز نشان می‌دهند، هنگام انجام تکالیفی که نیازمند استفادهٔ هماهنگ از دو عضو بدن است (مانند انگشتان)، دقت کمی در اجرای کودکان مبتلا به لکنت مشاهده می‌شود (۲). یافته‌ها مشخص می‌کند که بین شدت لکنت و اختلال در حرکت دست همپوشانی وجود دارد. در تحقیق حاضر تمرینات زمان‌بندی حرکتی با استفاده از حرکات دست‌ها انجام شد؛ ممکن است تمرینات زمان‌بندی حرکتی منجربه ارتقای حرکات ریتمیک دست در کودکان مبتلا به لکنت شده و به‌دلیل وجود ارتباط بین شدت لکنت و حرکات متوالی دست میزان شدت لکنت در کودکان کاهش یافته باشد (۲،۱۸).

در همین خصوص مطالعات تصویربرداری عصبی نشان دادند که در هنگام حرکت و تولید گفتار، مناطق مشابهی از مغز فعال می‌شوند. بینکوفسکی و بوچینو (۵) فعالیتی در منطقهٔ بروکا در هنگام تولید گفتار و حرکات پیچیدهٔ دست مشاهده کردند. همچنین، افزایش جریان خون به منطقهٔ بروکا در هنگام تکلیف چنگ‌زدن دیده شده است (۲،۱۸). به‌علاوه ناحیه‌ای در نزدیکی منطقهٔ بروکا شناخته شده است که در موقع انجام حرکات ریتمیک دهان و حرکات اندام‌ها فعال می‌شود (۳). باتوجه به این تحقیقات می‌توان چنین نتیجه گرفت که تمرینات زمان‌بندی حرکتی توانسته است بر سازوکارهای کنترل حرکتی اندام‌ها (دست و پا) تأثیر بگذارد و با ارتقاسازی و کارهای کنترل حرکتی منجربه بهبود زمان‌بندی و به‌دنبال آن کاهش شدت لکنت در کودکان شود.

علاوه بر این تحقیقات نشان داده‌اند که وقتی فرآیند تولید گفتار با فرآیندی متوازن (مثل ضرب‌آهنگ مترونوم) همراه گردد، شدت لکنت بسیار کمتر می‌شود (۳). همچنین مشخص شده است که ضعف زمان‌بندی در کودکان و نوجوانانی که از لکنت رنج می‌برند به‌دلیل ضعف در دقت همگام‌سازی و هماهنگی است. درحقیقت افراد مبتلا به لکنت نه‌تنها در پیش‌بینی زمان‌بندی بلکه در همگام‌سازی درمقایسه با کودکان و نوجوانان بدون لکنت ضعیف‌تر عمل می‌کنند؛ لذا این احتمال وجود دارد که تمرینات زمان‌بندی حرکتی توانسته باشد دقت همگام‌سازی را در کودکان مبتلا به لکنت افزایش دهد و از این طریق میزان شدت لکنت را در افراد مبتلا به لکنت کم کند (۲،۳).

در تحقیق حاضر اثر سودمند تمرینات زمان‌بندی بر کاهش شدت لکنت کودکان مشاهده شد. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی اثر تمرینات مذکور بر سازوکارهای کنترل حرکت دهان و گفتار به‌عنوان عامل میانجی احتمالی در کاهش شدت لکنت در کودکان مبتلا به لکنت بررسی شود.

۵ نتیجه‌گیری

به‌طور خلاصه ازآنجاکه به‌نظر می‌رسد کودکان مبتلا به لکنت در برنامه‌ریزی سیستم حرکتی‌ـ زبانی خود دچار مشکل باشند و از طرفی در تمرینات زمان‌بندی هر حرکت نیازمند برنامه‌ریزی برای اجرا است و نیز باتوجه به ارتباط سیستم حرکتی با سیستم زبانی و وجود همبستگی بین آن دو، ممکن است تمرینات زمان‌بندی توانسته باشد موجب بهبودی و تقویت سیستم برنامه‌ریزی حرکتی‌ـ زبانی شود و از این طریق سرعت حرکت متناوب اندام‌های گفتاری را در کودکان مبتلا به لکنت افزایش داده و منجربه کاهش شدت لکنت شده باشد.

۶ بیانیه‌ها

تأییدیه اخلاقی و رضایتنامه از شرکت‌کنندگان:

جهت انجام این پروژه رضایت نامه از شرکت کنندگان دریافت شده و پروتکل تحقیق در کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه اصفهان تایید شده است.

در دسترس بودن داده‌ها و مواد:

https://drive.google.com/file/d/1JMJHgCfh1F9JcaNsK_PhRbnwKQYVnrpe/view?usp=sharg

تزاحم منافع:

نویسندگان اعلام می دارند تزاحم منافعی وجود ندارد.

منابع مالی:

تمامی منابع مالی این تحقیق توسط دانشگاه اصفهان تامین شده است.

مشارکت نویسندگان:

محمد حسین درخشانی جمع آوری داده‌ها و نوشتن مقاله را انجام داد.

مریم نزاکت الحسینی استاد راهنمای پروژه بوده و مقاله را بررسی و تایید نمود.

بیژن شفیعی استاد مشاور بوده و بررسی صحت اندازه گیری‌های متغیرها را انجام داد.

سپیده نیکخواه شدت لکنت و عملکرد اندام گفتاری را اندازه گیری کرد.

۷ تشکر و قدردانی

از مسئولان محترم مرکز گفتاردرمانی ایمان شهر اصفهان و تمامی کودکان عزیز شرکت‌کننده در این پژوهش سپاسگزاری می‌شود.

[Downloaded from jdisabilstud.org on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.23222840.1399.10.0.4.3]

References

1. Smith A. Stuttering: A unified approach to a multifactorial, dynamic disorder. In: Ratner NB, Healey EC, editors. Stuttering research and practice: Bridging the gap. New York: Psychology Press; 1999. pp: 27-44.
2. Olander L, Smith A, Zelaznik HN. Evidence that a motor timing deficit is a factor in the development of stuttering. Journal of Speech, Language, and Hearing Research. 2010;53(4):876-886. doi: 10.1044/1092-4388(2009/09-0007)
3. Hilger AI, Zelaznik H, Smith A. Evidence that bimanual motor timing performance is not a significant factor in developmental stuttering. Journal of Speech, Language, and Hearing Research. 2016;59(4):674-85. doi: 10.1044/2016_JSLHR-S-15-0172
4. Franz EA, Zelaznik HN, Smith A. Evidence of common timing processes in the control of manual, orofacial, and speech movements. Journal of Motor behavior. 1992;24(3):281-7. doi: 10.1080/00222895.1992.9941623
5. Binkofski F, Buccino G. Motor functions of the Broca's region. Brain and language. 2004;89(2):362-9. doi: 10.1016/S0093-934X(03)00358-4
6. Bengtsson SL, Ehrsson HH, Forssberg H, Ullén F. Effector-independent voluntary timing: behavioural and neuroimaging evidence. European Journal of Neuroscience. 2005;22(12):3255-65. doi: 10.1111/j.1460-9568.2005.04517.x
7. Smith A, Mcfarland DH, Weber CM. Interactions between speech and finger movements: An exploration of the dynamic pattern perspective. Journal of Speech, Language, and Hearing Research. 1986;29(4):471-80. doi: 10.1044/jshr.2904.471
8. Cooper MH, Allen GD. Timing control accuracy in normal speakers and stutterers. Journal of Speech and Hearing Research. 1977;20(1):55-71. doi: 10.1044/jshr.2001.55
9. Chang S-E, Kenney MK, Loucks TM, Ludlow CL. Brain activation abnormalities during speech and non-speech in stuttering speakers. Neuroimage. 2009;46(1):201-12. doi: 10.1016/j.neuroimage.2009.01.066
10. Neef NE, Jung K, Rothkegel H, Pollok B, von Gudenberg AW, Paulus W, et al. Right-shift for non-speech motor processing in adults who stutter. Cortex. 2011;47(8):945-54. doi: 10.1016/j.cortex.2010.06.007
11. Max L, Caruso AJ, Gracco VL. Kinematic analyses of speech, orofacial nonspeech, and finger movements in stuttering and nonstuttering adults. Journal of Speech, Language, and Hearing Research. 2003;46(1):215–32. doi: 10.1044/1092-4388(2003/017)
12. Zelaznik HN, Smith A, Franz EA. Motor performance of stutterers and nonstutterers on timing and force control tasks. Journal of Motor Behavior. 1994;26(4):340-7. doi: 10.1080/00222895.1994.9941690
13. Yu G-H, Lee J-S, Kim S-K, Cha T-H. Effects of interactive metronome training on upper extremity function, ADL and QOL in stroke patients. NeuroRehabilitation. 2017;41(1):161-8. doi: 10.3233/NRE-171468
14. Riley G. SSI-4 stuttering severity instrument fourth edition. Austin, TX: Pro-Ed. 2009.
15. Zolfaghari M, Shafiei B, Tahmasebi Garmatani N, Ashoorioon V. Reliability of the Persian Version of the Stuttering Severity Instrument-(SSI-4) for Preschool-Age Children. Middle Eastern Journal of Disability Studies. 2014;4(2):20-5. [Persian]
16. Davidow JH, Scott KA. Intrajudge and Interjudge Reliability of the Stuttering Severity Instrument–Fourth Edition. American Journal of Speech-Language Pathology. 2017;26(4):1105-19. doi: 10.1044/2017_AJSLP-16-0079
17. Free open source cross-platform audio software [Internet]. 2000; Available from: https://www.audacityteam.org
18. Hockicko P. Nontraditional approach to studying science and technology. Communications-Scientific letters of the University of Zilina. 2010;12(3):66-71.
19. Muradoglu M, Ng EMW, Ng TW. Experimentation on recurrent sphere collision with Audacity. European Journal of Physics. 2014;35(6):065017. doi: 10.1088/0143-0807/35/6/065017
20. Olivier I, Baker C, Cordier J, Thomann G, Nougier V. Cognitive and motor aspects of a coincidence-timing task in Cerebral Palsy children. Neuroscience letters. 2015;602:33-7. doi: 10.1016/j.neulet.2015.06.043
21. Packman A. Theory and therapy in stuttering: A complex relationship. Journal of fluency disorders. 2012;37(4):225-33. doi: 10.1016/j.jfludis.2012.05.004
22. Flaugnacco E, Lopez L, Terribili C, Zoia S, Buda S, Tilli S, et al. Rhythm perception and production predict reading abilities in developmental dyslexia. Frontiers in human neuroscience. 2014;8:392. doi: 10.3389/fnhum.2014.00392
23. Etchell AC, Johnson BW, Sowman PF. Beta oscillations, timing, and stuttering. Frontiers in human neuroscience. 2015;8:1036. doi: 10.3389/fnhum.2014.01036
24. Zelaznik HN, Smith A, Franz EA, Ho M. Differences in bimanual coordination associated with stuttering. Acta Psychologica. 1997;96(3):229-43. doi: 10.1016/S0001-6918(97)00014-0

[Downloaded from jdisabilstud.org on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.23222840.1399.10.0.4.3]