

Research Paper

Electromyographic Study of Masseter and Temporalis Muscles During Mastication in Children with and without Down Syndrome Aged 2-12 Years



Mohamadreza Arab¹ , *Abdolreza Yavari² , Marzieh Babae³ , Farhad Fatehi⁴ 

1. Department of Biomedical Engineering, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran.
2. Department of Speech Therapy, School of Rehabilitation, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran.
3. Physical medicine and Rehabilitation Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
4. Department of Occupational Therapy, School of Rehabilitation Sciences, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran.



Citation: Arab M, Yavari A, Babae M, Fatehi F. [EMG Study of Masseter and Temporal Muscles During Mastication in Children With Down Syndrome From 2 to 12 Years Old in the City of Arak (Persian)]. *Journal of Arak University of Medical Sciences (JAMS)*. 2021; 24(6):792-803. <https://doi.org/10.32598/JAMS.24.6.4098.3>

 <https://doi.org/10.32598/JAMS.24.6.4098.3>



Article Info:

Received: 12 May 2021

Accepted: 09 Jan 2022

Available Online: 01 Feb 2022

Key words:

Electromyography,
Down syndrome,
Mastication

ABSTRACT

Background and Aim Dysphagia is a common problem in people with Down Syndrome. In laboratory studies, electromyography can be used to evaluate mastication. This study aims to compare Electromyography (EMG) of the masseter and temporalis muscles during mastication in children with and without Down syndrome aged 2-12 years.

Methods & Materials This is a descriptive-analytical and case-control study that was conducted on 15 children with Down Syndrome and 15 healthy children matched for age and gender.

Ethical Considerations The protocol of this study was approved by the ethics committee of Arak University of Medical Sciences (Code: IR.ARAKMU.REC.1396.76). The personal information of participants was kept confidential, and written informed consent was obtained from the parents.

Results In comparing the mean amplitude of EMG signals, there was a significant difference between the two groups in all muscles during mastication, except for the right temporalis muscle. In the mean frequency of EMG signals during mastication, there was a significant difference between the two groups in all muscles except for the left temporalis muscle. In comparing the median frequency of EMG signals, the difference was not significant in most muscles.

Conclusion Mean amplitude and mean frequency of EMG signals for most muscles during mastication are different between children with and without Down syndrome, but the difference in median frequency is not significant for any muscles.

Extended Abstract

1. Introduction

I

n laboratory studies, Electromyography (EMG) can be used to evaluate chewing. The EMG analysis makes it possible to identify muscle behaviors in different situations such as chewing and swallowing,

and during maximal voluntary isometric contraction [12]. Studies have reported the prevalence of feeding problems in children with down syndrome as 50-80% [15]. For specialists dealing with people with Down syndrome, it is important to use instrumental assessments in addition to observation to better understand the features of dysphagia in this population.

* Corresponding Author:

Abdolreza Yavari

Address: Department of Speech Therapy, School of Rehabilitation, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran.

Tel: +98 (918) 855 4428

E-mail: abdolrezayavari@yahoo.com

Table 1. Mean amplitude and frequency of EMG for masseter and temporalis muscles in children with Down syndrome

Muscles	Mean±SD		
	Amplitude (mV)	Frequency (Hz)	Median Frequency (Hz)
Right masseter	920±380	115.57±32.53	92.25±37.6
Left masseter	1038±435	107.16±25.50	80.88±29.53
Right temporalis	762±310	110.81±25.87	85.09±30.38
Left temporalis	824±336	115.23±25.28	92.40±27.75

SD=Standard deviation


 Journal of
Arak University of Medical Sciences

Considering that no study has been conducted on EMG analysis of masseter and temporalis muscles during chewing in children with Down syndrome compared to healthy peers, this study was conducted with this purpose so that it can greatly help the specialists engaged in the treatment and intervention of these patients.

2. Materials & Methods

In this descriptive-analytical and case-control study, 15 children with Down syndrome aged 2-12 years in Arak, Iran were selected using a convenience sampling method as well as 15 healthy children aged 2-12 years matched for age and gender who were selected by a convenience sampling method. After meeting the criteria to enter the study and explaining the study process to the parents of the children and obtaining written informed consent from them, the children were asked to sit comfortably in a chair with no head resting and look at the computer screen in front of them. The EMG activity of the masseter and temporalis muscles was evaluated by an 8-channel EMG device at a sampling frequency of 1000 Hz and a calibrated 24 BIT device (PartoDanesh Co., Iran). After placement of the electrodes, the EMG activity was recorded during voluntary chewing of a seedless fruit (apple fruit). The obtained information was then entered into SPSS for statistical analysis.

3. Results

Tables 1 and 2 show the mean amplitude and frequency of EMG for the masseter and temporalis muscles while chewing in children with Down syndrome and healthy peers, respectively.

4. Discussion & Conclusion

Among studies similar to our study, one study was conducted in 1989 on EMG analysis of the masseter muscle in people with Down syndrome, whose results are consistent with the current study. In a study by Hennequin et al. [8] to examine differences in chewing indices between 11 adults with Down Syndrome and 12 people without Down Syndrome. The ability to chew was evaluated by means of video recordings taken during a standardized meal that included 10 natural foods. Their results are also consistent with the results of the present study. The claim that people with Down syndrome have chewing problems and have less muscle strength and fatigue was highlighted by this study. The use of treatment methods to increase the strength of the muscles responsible for chewing in these patients should be assessed with follow-up. In a study in 2021 on masticatory function in children with Down syndrome aged 8-10 years, the results also showed that these children had approximately 50% chew-

Table 2. Mean amplitude and frequency of EMG for masseter and temporalis muscles in healthy children

Muscles	Mean±SD		
	Amplitude (mV)	Frequency (Hz)	Median Frequency (Hz)
Right masseter	1042±395	134.42±28.05	107.07±41.4
Left masseter	285±417	126.03±30.99	98.16±43.42
Right temporalis	717±206	142.64±24.36	119.24±29.94
Left temporalis	885±332	134.16±26.44	106.75±34.15


 Journal of
Arak University of Medical Sciences

ing performance and maximum occlusal force compared to healthy age-matched peers [28], which also support the results of the present study. In other study aimed at evaluating the temporomandibular joint in 40 people with Down syndrome, it was found that 77.5% of these people had temporomandibular disorders [30]. Their results can be related to the results of our study; the disorder in the temporomandibular joint may be due to the dysfunction of the muscles responsible for chewing.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

The protocol of this study was approved by the ethics committee of Arak University of Medical Sciences (Code: IR.ARAKMU.REC.1396.76). The personal information of participants was kept confidential, and written informed consent was obtained from the parents

Funding

This study was funded by **Arak University of Medical Sciences** (Grant No.:2794).

Authors' contributions

Conceptualization, design, and writing: Abdolreza Yavari, Mohammad Reza Arab; preparing initial draft, data analysis and interpretation: All authors; Editing and review: Marzieh Babaei and Farhad Fatehi.

Conflicts of interest

The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgements

The authors would like to thank the Department of General Education, Department of Welfare, and Rehabilitation Centers in Arak as well as participants for their cooperation.

مقاله پژوهشی

بررسی الکترومیوگرافی عضلات ماستر و تمپورال هنگام جویدن در کودکان مبتلا به سندرم داون ۲ تا ۱۲ ساله شهر اراک

محمد رضا عرب^۱، * عبدالرضا یآوری^۲، مرضیه بابایی^۳، فرهاد فاتحی^۴

۱. گروه مهندسی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران.
۲. گروه گفتاردرمانی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران.
۳. مرکز تحقیقاتی پزشکی و توانبخشی فیزیکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
۴. گروه آموزشی کاردرمانی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: اختلال در بلع یک مشکل ثابت و متداول در افراد مبتلا به سندرم داون است. در روش آزمایشگاهی برای ارزیابی جویدن می‌توان از الکترومیوگرافی استفاده کرد. هدف از این مطالعه بررسی الکترومیوگرافی عضلات ماستر و تمپورال هنگام جویدن در کودکان مبتلا به سندرم داون ۲ تا ۱۲ ساله شهر اراک بود.

مواد و روش‌ها: این مطالعه از نوع توصیفی-تحلیلی و مورد شاهدهی است. این بررسی با هدف بررسی الکترومیوگرافی عضلات ماستر و تمپورال در موقع جویدن بر روی ۱۵ کودک ۲ تا ۱۲ ساله از نمونه‌های در دسترس که مبتلا به سندرم داون بودند و ۱۵ نفر از آنهایی که طبق روش همسان‌سازی فرد به فرد از نظر سنی و جنسیتی با نمونه‌های مبتلا به سندرم داون مطابقت داشتند انجام شد.

ملاحظات اخلاقی: در این مطالعه از همه والدین رضایت آگاهانه دریافت شد و برای افراد هیچ آسیب جسمی وجود نداشت.

یافته‌ها: در مورد مقایسه میانگین دامنه (شدت) سیگنال الکتریکی عضله بین دو گروه به غیر از عضله گیجگاهی راست در هنگام جویدن و در مورد میانگین بسامد میانگین در هنگام جویدن به غیر از عضله گیجگاهی چپ، در بقیه موارد تفاوت معنادار بود. در مورد مقایسه میانگین بسامد میانه سیگنال الکتریکی عضله در اکثر عضلات تفاوت‌ها غیرمعنادار بود.

نتیجه‌گیری: میانگین دامنه (شدت) و بسامد میانگین سیگنال الکتریکی عضله در حالت جویدن در اکثر عضلات بین دو گروه مبتلا به سندرم داون و طبیعی متفاوت، اما در مورد میانگین بسامد میانه در اکثر عضلات تفاوت‌ها غیر معنادار بود.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۲۲ اردیبهشت ۱۴۰۰

تاریخ پذیرش: ۱۱ دی ۱۴۰۰

تاریخ انتشار: ۱۲ بهمن ۱۴۰۰

کلیدواژه‌ها:

الکترومیوگرافی، سندرم داون، جویدن

و دیزآرتری دوران کودکی و یا هر دوی آن‌ها شود [۲].

مقدمه

علت اختلال در بلع که یک مشکل ثابت و متداول در این افراد است و شامل مشکلات خاص در مرحله دهانی (بدعملکردی حسی و حرکتی بلع) و مرحله حلقی بلع است، هنوز مشخص نیست، اما بدشکلی‌های^۱ راه هوایی شامل شش‌های هایپوپلاستیک، لارینگومالاسی و رشد غیر طبیعی عملکرد حرکتی دهان و بدشکلی‌های ساختاری راه دهانی حلقی مانند زبان بزرگ می‌تواند مسبب این اختلال باشد [۳]. ساختار عضلانی-دهانی به‌ویژه زبان، دارای تون عضلانی پایین است، و نیمه سوم چهره^۲

سندرم داون^۱ با شیوع ۱ تا ۲ مورد در هر ۱۰۰۰ تولد در کشورهای آسیایی و قفقازی^۲، متداول‌ترین اختلال کروموزومی است که موجب عقب‌ماندگی ذهنی می‌شود [۱]. مطالعات نورواناتومیکی در این افراد نشان می‌دهد اندازه ماده سفید و خاکستری مغز آنان کمتر از حد طبیعی است که این نقایص مغزی ممکن است با تأخیر در مایلیستون‌های حرکتی کلی و حرکتی گفتار مرتبط باشد و موجب آپرکسی دوران کودکی گفتار

3. Anomalies
4. Facial mid- third

1. Down syndrome
2. Cacasus

* نویسنده مسئول:

عبدالرضا یآوری

نشانی: اراک، دانشگاه علوم پزشکی اراک، دانشکده توانبخشی، گروه گفتاردرمانی.

تلفن: ۰۹۱۸۸۵۵۴۴۲۸

پست الکترونیکی: abdolrezayavari@yahoo.com

در موقعیت‌های متفاوت مانند ارزیابی جویدن، بلع طی حداکثر انقباض ایزومتریک ارادی را ایجاد می‌کند و تحلیل داده از طریق مطالعه ارتباط بین بسامد و شدت فعالیت الکتریکی ثبت شده انجام می‌شود. بنابراین رفتار عضله را تعیین می‌کند [۱۲]. به‌عنوان مثال اونسین^۸ و همکاران در سال ۲۰۱۴ در مطالعه خود، فعالیت الکتریکی عضلات تمپورالیس و ماستر^۹ را با استفاده از تحلیل ارزش اصلی^{۱۰} و مربع میانگین ریشه^{۱۱} در ۱۸ خانم ۲۷ تا ۵۰ ساله موقع استراحت، هنگام حداکثر انقباض ایزومتریک ارادی و در جویدن ارادی میوه بدون هسته مقایسه کردند. آن‌ها به‌طور کلی نتیجه گرفتند که حداقل فعالیت الکتریکی در زمان استراحت وجود دارد. در هر دو عمل بستن محکم دهان (گاز گرفتن) و جویدن میوه، ارزش میانگین ریشه بیشتر از ارزش میانگین اصلی بود. فعالیت الکتریکی عضلات ماستر در مقایسه با عضله تمپورالیس در هر دو عمل حداکثر انقباض ایزومتریک ارادی و جویدن بیشتر بود [۱۳].

رَسَش^{۱۲} مغزی و رشد کودک (شناختی، عاطفی و اجتماعی) در طول زندگی به تغذیه مناسب و کافی بستگی دارد و هرگونه اختلالی در مهارت‌های خوردن می‌تواند تهدیدی برای زندگی باشد. هرگونه نقصی در ساختار یا عملکرد می‌تواند باعث مشکلاتی در فعالیت‌های غذا خوردن مانند جویدن، بلعیدن و نوشیدن شود و با تأثیر بر رشد آموزشی، اجتماعی و ذهنی منجر به مشکلات بهداشتی و پزشکی جدی شود [۱۴].

سندرم داون اختلالی است که با مشکلات حرکتی و اختلال در بلع و در نتیجه مشکلات تغذیه‌ای همراه است، چنانکه مطالعات شیوع مشکلات خوردن در این کودکان را حدود ۵۰ تا ۸۰ درصد گزارش کرده‌اند [۱۵]. برای متخصصینی که با افراد مبتلا به سندرم داون سروکار دارند برای فهم بیشتر ویژگی‌های دیس فازی در این جمعیت استفاده از ارزیابی‌های دستگاهی علاوه بر مشاهده‌ای حائز اهمیت است.

با توجه به نقش انقباض عضلات تمپورال، ماستر و پتریگوئید میانی در بالا بردن فک تحتانی و با توجه به اینکه تاکنون مطالعه‌ای در مورد بررسی نوار عصب و عضله عضلات ماستر و تمپورال در موقع جویدن در کودکان مبتلا به سندرم داون و مقایسه آن با افراد طبیعی انجام نشده است، بنابراین انجام این مطالعه و دستیابی به نتایج آن می‌تواند کمک بزرگی به متخصصینی که به درمان و مداخله این بیماران مشغول هستند، کند؛ نتایج این مطالعه به مسئولین بهداشت و درمان، سازمان بهزیستی و توان‌بخشی و اداره آموزش و پرورش برای برآوردن

این افراد به‌طور کامل تکامل پیدا نکرده است [۴، ۵]. در این افراد هنگام جویدن و بلع، ساختار نامتجانس داخل ماکزیلا نیز از قرار گرفتن دندان‌ها به‌طور مناسب بر روی هم برای تثبیت فک پایین و استخوان‌هایوئید جلوگیری می‌کند که این کاهش ناحیه تماسی اکلوزنی، می‌تواند موجب دوره‌های جویدن غیر طبیعی و توانایی پایین جویدن شود. برخی مطالعات نشان می‌دهد کودکان دارای سندرم داون از عملکرد جویدن و حداکثر نیروی اکلوزال کمتری نسبت به افراد طبیعی هم سن خود برخوردار هستند [۶، ۷]. افراد مبتلا به سندرم داون در موقعیت‌های دارای فشار، برای جبران عدم ارتباط قوس‌دندانی، می‌توانند فک پایین را با جلو کشیدن آن برای رسیدن به تماس دندانی بیشتر یا در صورت عدم موفقیت در این کار به وسیله قرار دادن زبان یا لب‌هایشان بین قوس‌های دندانی تثبیت کنند. بنابراین تکامل مهارت‌های بلع و جویدن در کودکان و بزرگسالان مبتلا به سندرم داون آسیب دیده است [۸].

ارزیابی جویدن ممکن است بر اساس پرسش‌نامه‌ای که فرد خود پاسخ می‌دهد یا در بیمارانی که خودشان نمی‌توانند پاسخگو باشند به وسیله پرسش‌نامه‌ای که فرد دیگری پر می‌کند، صورت گیرد [۹]. به‌عنوان مثال رضایی و همکاران در سال ۱۳۹۱، در مطالعه‌ای مهارت‌های خوردن ۳۰ کودک مبتلا به سندرم داون مدارس استثنایی شهر همدان را با استفاده از ابزار غربالگری مشکلات خوردن^۵ مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که مشکلات خوردن در کودکان سندرم داون شیوع بالایی دارد و مشکل در مهارت‌های خوردن از قبیل عدم توانایی جویدن و قورت دادن در این کودکان شیوع بیشتری دارد (۸۰ درصد) [۱۰]. در شرایط خاص، نشان داده شد که ارزیابی‌های مبتنی بر بیمار یک روش مناسب است که به‌ویژه در مطالعات کارآزمایی بالینی برای ارزیابی کفایت درمان به کار می‌رود. در این مورد به نظر می‌رسد، ترکیبی از روش‌های مبتنی بر بیمار و مبتنی بر آزمایشگاه مناسب باشد [۱۱].

در روش آزمایشگاهی برای ارزیابی جویدن می‌توان از الکترومیوگرافی یا نوار عصب و عضله استفاده کرد. نوار عصب و عضله یا الکترومیوگرافی سطحی^۶ برای ثبت پتانسیل الکتریکی عضلات اسکلتی به کار می‌رود. حرکت عضله به وسیله یک تخلیه الکتریکی ناشی از کوتاه شدن فیبر عضلانی ایجاد می‌شود. گرفتن این سیگنال به وسیله نوار عصب و عضله سطحی ممکن است غیر تهاجمی و یا تهاجمی (داخل سلولی) باشد. متخصصینی مانند دندانپزشکان، فیزیوتراپ‌ها و آسیب‌شناسان گفتار و زبان تمایل بیشتری به استفاده از روش غیرتهاجمی به‌عنوان یک ابزار تکمیلی برای تشخیص دارند.

تحلیل نوار عصب و عضله^۷ امکان شناسایی رفتارهای عضله را

8. Oncins

9. Temporalis & Masseter

10. Original value analysis

11. Root Mean Square (RMS)

12. Maturation

5. Screening Tool of Feeding Problems

6. Surface Electromyography (SEMG)

7. Electromyography

گفتار و زبان و مهندس الکترونیک بودند، از کودک (چه طبیعی و چه کودک مبتلا به سندرم داون) می‌خواستند تا به راحتی بر روی یک صندلی نشسته و در حالی که سرش به جایی تکیه ندارد، نمایشگر دستگاه را در مقابل صورت خود نگاه کند. بررسی فعالیت الکترومیوگرافی عضلات ماستر و تمپورالیس توسط دستگاه الکترومیوگرافی ۸ کاناله دارای فرکانس نمونه‌برداری ۱۰۰۰ هرتز و 24BIT (شرکت پرتو دانش) که کالیبره شده، انجام شد. الکتروود به کار رفته، الکتروود سطحی مونوپلار ده میلیمتری از جنس کلرید نقره بود. الکتروود مرجع بر روی پیشانی بیمار یک سانتی‌متر بالای گلابلای نسج نرم، الکتروود دارت روی پل بینی و الکتروود فعال برای عضله تمپورالیس ۲/۵ سانتی‌متر خلف و ۱/۵ سانتی‌متر بالای کانتوس قرار می‌گرفت. محل قرارگیری الکتروود فعال عضله ماستر نیز در حد فاصل یک سوم خلفی و دو سوم قدامی خلفی خط اروتراگرس بود. محل قرارگیری الکتروودها با پنبه آغشته به اتیل الکل ۹۰ درصد تمیز شده و الکتروود با استفاده از ژل در محل مشخص قرار گرفته و توسط لوکوپلاست ثابت می‌شود. درجه حرارت محیط در محدوده 25 ± 2 درجه سانتی‌گراد کنترل می‌شود. پس از جای‌گذاری الکتروودها در حالی که فرد صفحه نمایش را نگاه می‌کند، فعالیت الکتریکی عضلات تمپورالیس و ماستر در هنگام جویدن ارادی میوه بدون هسته (در این تحقیق جویدن میوه سیب مورد ارزیابی قرار گرفت) ثبت می‌شود. آن‌گاه اطلاعات به‌دست آمده برای بررسی از نظر آماری وارد SPSS می‌شود.

یافته‌ها

در این مطالعه ۱۵ کودک مبتلا به سندرم داون و ۱۵ فرد سالم همسان از نظر سنی و جنسیتی شرکت کردند که اطلاعات جمعیت‌شناسی آن‌ها به شرح جدول زیر است.

در این بخش با توجه به جداول، نتایج بررسی الکترومیوگرافی عضلات ماستر و تمپورال هنگام جویدن در کودکان مبتلا به سندرم داون ۲ تا ۱۲ ساله شهر اراک ارائه می‌شود.

جدول شماره ۲ میانگین شدت و بسامد الکترومیوگرافی عضلات ماستر و تمپورال در کودکان مبتلا به سندرم داون ۲ تا ۱۲ ساله شهر اراک را هنگام جویدن نشان می‌دهد.

جدول شماره ۳ میانگین شدت و بسامد الکترومیوگرافی عضلات ماستر و تمپورال در کودکان طبیعی ۲ تا ۱۲ ساله شهر اراک هنگام جویدن را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۴، ۵ و ۶ به مقایسه میانگین شدت و بسامد الکترومیوگرافی عضلات ماستر و تمپورال بین کودکان مبتلا به سندرم داون ۲ تا ۱۲ ساله شهر اراک با هم‌تایان طبیعی آنان هنگام جویدن می‌پردازد.

بحث

نیازهای درمانی این بیماران کمک بسیاری خواهد کرد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع توصیفی-تحلیلی و مورد شاهدهی است که با هدف بررسی الکترومیوگرافی عضلات ماستر و تمپورال در هنگام جویدن در کودکان مبتلا به سندرم داون ۲ تا ۱۲ ساله شهر اراک انجام شد.

پس از دریافت مجوز از دانشگاه علوم پزشکی اراک برای اجرای طرح تحقیقاتی و ارائه این مجوز به مدیران مراکز توان‌بخشی خصوصی و دولتی، مدارس استثنایی و مراکز بهزیستی شهر اراک، تعداد ۱۵ کودک ۲ تا ۱۲ ساله مبتلا به سندرم داون (با استفاده از فرمول حجم نمونه این تعداد برآورد شد) از نمونه‌های در دسترس به روش نمونه‌گیری آسان انتخاب شد. معیارهای ورود به مطالعه شامل:

- کودک مبتلا به سندرم داون تشخیص داده شده توسط پزشک متخصص مغز و اعصاب کودکان و یا متخصص ژنتیک بر اساس مراجعه به پرونده بیمار.

- کودک مبتلا به سندرم داون ۲ تا ۱۲ ساله و کودکان طبیعی که از نظر سنی و جنسیتی با آن‌ها تطبیق داده شده‌اند، می‌شود.

معیارهای خروج از مطالعه نیز شامل موارد زیر می‌شود:

- کودکان مبتلا به سندرم داونی که تشنج می‌کنند.

- کودکان مبتلا به سندرم داونی که دارای شکاف کام، شکاف لب، و مشکلات دندانی شدید (مشکلات دندانی که مانع جویدن غذا می‌شود) هستند.

- کودکان مبتلا به اختلالات جسمی-حرکتی غیر از آن چه در حیطه مشکلات مربوط به سندرم داون قرار می‌گیرد مانند فلج مغزی، ضایعات نخاعی و غیره

- ابتلا به سرماخوردگی، ویروس آنفلوآنزا و بیماری‌های دیگری که ممکن است بر نتایج مطالعه اثر مخدوش‌کننده داشته باشد.

- کودکانی که خود و یا والدین آن‌ها مایل به همکاری نبودند.

در مورد کودکان طبیعی نیز پس از ارائه مجوز به مدیران مدارس و مهدکودک‌های شهر اراک، از میان کودکان طبیعی ۲ تا ۱۲ ساله، ۱۵ نفر از آن‌هایی که طبق روش همسان‌سازی فرد به فرد از نظر سنی و جنسیتی با نمونه‌های مبتلا به سندرم داون مطابقت داشتند، به‌صورت در دسترس انتخاب شدند.

پس از توضیح روند اجرای مطالعه مورد نظر به والدین کودکان مبتلا به سندرم داون و کودکان همتای طبیعی آنان و اینکه انجام این مطالعه هیچ‌گونه ضرری برای کودک نخواهد داشت و بعد از کسب رضایت‌نامه کتبی از آنان، آزمونگر که آسیب شناس

جدول ۱. اطلاعات جمعیت‌شناختی کودکان شرکت‌کننده در مطالعه (۱۵ نفر)

گروه طبیعی	گروه مبتلا به سندرم داون	تعداد (درصد)	میانگین \pm انحراف معیار
	دختر مبتلا به سندرم داون	۸ (۵۳/۳)	۸۰۸ \pm ۲/۵۹
	پسر مبتلا به سندرم داون	۷ (۴۶/۷)	
	دختر طبیعی	۸ (۵۳/۳)	۷۹۹ \pm ۷/۹۹
	پسر طبیعی	۷ (۴۶/۷)	



جدول ۲. نتایج میانگین شدت و بسامد الکترومیوگرافی عضلات ماستر و تمپورال در کودکان مبتلا به سندرم داون ۲ تا ۲۱ ساله شهر اراک در هنگام جویدن

عضلات مورد نظر	نام متغیر	دامنه الکترومیوگرافی (میکروولت)	بسامد الکترومیوگرافی (هرتز)	میانگین \pm انحراف معیار
عضلات ماستر سمت راست		۹۲۰ \pm ۳۸۰	۱۱۵/۵۷ \pm ۳۲/۵۳	۹۲/۲۵ \pm ۳۷/۶
عضلات ماستر سمت چپ		۱۰۳۸ \pm ۴۳۵	۱۰۷/۱۶ \pm ۲۵/۵۰	۸۰/۸۸ \pm ۲۹/۵۳
عضلات گیجگاهی سمت راست		۷۶۲ \pm ۳۱۰	۱۱۰/۸۱ \pm ۲۵/۸۷	۸۵/۰۹ \pm ۳۰/۳۸
عضلات گیجگاهی سمت چپ		۸۲۳ \pm ۳۳۶	۱۱۵/۲۳ \pm ۲۵/۲۸	۹۲/۴۰ \pm ۲۷/۷۵



جدول ۳. نتایج تعیین میانگین شدت و بسامد الکترومیوگرافی عضلات ماستر و تمپورال در کودکان طبیعی ۲ تا ۲۱ ساله شهر اراک در هنگام جویدن

عضلات مورد نظر	نام متغیر	دامنه الکترومیوگرافی (میکروولت)	بسامد الکترومیوگرافی (هرتز)	میانگین \pm انحراف معیار
عضلات ماستر سمت راست		۱۰۴۲ \pm ۳۹۵	۱۳۴/۴۲ \pm ۲۸/۰۵	۱۰۷/۰۷ \pm ۴۱/۴
عضلات ماستر سمت چپ		۲۸۵ \pm ۴۱۷	۱۲۶/۰۳ \pm ۳۰/۹۹	۹۸/۱۶ \pm ۳۳/۴۲
عضلات گیجگاهی سمت راست		۷۱۷ \pm ۲۰۶	۱۴۲/۶۴ \pm ۲۴/۳۶	۱۱۹/۲۴ \pm ۲۹/۹۴
عضلات گیجگاهی سمت چپ		۸۸۵ \pm ۳۳۲	۱۳۴/۱۶ \pm ۲۶/۴۴	۱۰۶/۷۵ \pm ۳۴/۱۵



جدول ۴. مقایسه میانگین شدت الکترومیوگرافی عضلات ماستر و تمپورال بین کودکان مبتلا به سندرم داون ۲ تا ۲۱ ساله شهر اراک با همتایان طبیعی آنان در هنگام جویدن در دامنه سیگنال الکتریکی عضله (میکروولت)

حالت	عضله	میانگین \pm انحراف معیار		P	تغییرات
		بیمار	سالم		
جویدن	ماستر چپ	۱۲۸۵ \pm ۴۱۷	۱۰۳۸ \pm ۴۳۵	۰/۰۰۰	معنادار
	ماستر راست	۱۰۴۲ \pm ۳۹۵	۹۲۰ \pm ۳۸۰	۰/۰۰۶	معنادار
	تمپورال چپ	۸۸۵ \pm ۳۳۲	۸۲۳ \pm ۳۳۶	۰/۰۲۳	معنادار
	تمپورال راست	۷۱۷ \pm ۲۰۶	۷۶۲ \pm ۳۱۰	۰/۲۲۱	غیر معنادار



جدول 5. مقایسه میانگین بسامد میانگین الکترومیوگرافی عضلات ماستر و تمپورال بین کودکان مبتلا به سندرم داون ۲ تا ۲۱ ساله شهر اراک با همتایان طبیعی آنان در هنگام جویدن در بسامد میانگین سیگنال الکتریکی عضله (هرتز)

تغییرات	P	میانگین \pm انحراف معیار		عضله	حالت
		بیمار	سالم		
معتادار	۰/۰۴۱	۱۰۷/۱۶ \pm ۲۵/۵۰	۱۲۶/۰۳ \pm ۳۰/۹۹	ماستر چپ	جویدن
معتادار	۰/۰۲۸	۱۱۵/۵۷ \pm ۳۲/۵۳	۱۳۴/۴۲ \pm ۲۸/۰۵	ماستر راست	
غیرمعتادار	۰/۰۶۰	۱۱۵/۲۳ \pm ۲۵/۲۸	۱۳۴/۱۶ \pm ۲۶/۴۴	تمپورال چپ	
معتادار	۰/۰۰۱	۱۱۰/۸۱ \pm ۲۵/۸۷	۱۴۲/۶۴ \pm ۲۴/۳۶	تمپورال راست	



جدول 6. مقایسه میانگین بسامد میانه الکترومیوگرافی عضلات ماستر و تمپورال بین کودکان مبتلا به سندرم داون ۲ تا ۲۱ ساله شهر اراک با همتایان طبیعی آنان در هنگام جویدن در بسامد میانگین سیگنال الکتریکی عضله (هرتز)

تغییرات	P	میانگین \pm انحراف معیار		عضله	حالت
		بیمار	سالم		
غیرمعتادار	۰/۱۴۷	۸۰/۸۸ \pm ۲۹/۵۳	۹۷/۱۶ \pm ۴۳/۴۲	ماستر چپ	جویدن
غیرمعتادار	۰/۱۷۷	۹۲/۲۵ \pm ۳۷/۶۷	۱۰۷/۰۷ \pm ۴۱/۱۴	ماستر راست	
غیرمعتادار	۰/۲۴۰	۹۲/۴۰ \pm ۳۷/۷۵	۱۰۶/۷۵ \pm ۳۴/۱۵	تمپورال چپ	
معتادار	۰/۰۰۴	۸۵/۰۹ \pm ۳۰/۳۸	۱۱۹/۲۴ \pm ۲۹/۹۴	تمپورال راست	



طیف را مشخص میکند (عمدتاً فرکانس نیروی میانگین و فرکانس میانه)، تحلیل کردند که در این مطالعه نیز این موارد تحلیل شدند [۲۶]. فرکانس میانگین و (فرکانس میانه به‌عنوان یک شاخص نیرو و خستگی به کار میرود. فرکانس میانه به عنوان فرکانسی است که در آن طیف فرکانس به دو قسمت برابر تقسیم میشود. محدوده فرکانس میانه به‌طور معمول از ۷ تا ۱۲۰ هرتز است. ارتباط بین خستگی و پارامترهای طیف الکترومیوگرافی سطحی به‌عنوان هدف و یک ارزش ارزیابی غیرتهاجمی قدرت عضلات است [۱۹، ۲۰].

پارامترهای سیگنال الکترومیوگرافی به عوامل مرتبط با آزمون یا شخص مورد آزمون یا تکنیک اندازه‌گیری سیگنال الکترومیوگرافی مرتبط است [۲۱]. عوامل مرتبط با شخص مورد آزمون سن، جنس است. قدرت عضله درگیر در فعالیتها به‌طور چشمگیری بر ویژگیهای سیگنال الکترومیوگرافی اثرگذار است. اثر این عوامل بر پارامترهای الکترومیوگرافی به‌طور خاصی مهم است [۲۲].

هنگامی که نیروی اعمال‌شده در ارتباط با سیگنال الکترومیوگرافی شناسایی شد، دو عامل باید در نظر گرفته شود: بزرگی نیرو و شیوه‌های که نیرو اعمال میشود (به‌عنوان مثال انقباضات ramp

الکترومیوگرافی به‌عنوان یک روش غیر تهاجمی برای ارزیابی بار کاری و خستگی در سیستم عضلانی در موقعیتهای مختلف مرتبط با کار مورد استفاده است [۱۷، ۱۶].

سیگنال الکترومیوگرافی یک سیگنال بیومکانیکی است که جریان‌های الکتریکی به وجود آمده در عضلات طی انقباض که نشاندهنده فعالیت عصبیعضلانی است، اندازه‌گیری میکند. سیستم عصبی همیشه فعالیت عضله را کنترل میکند (انقباض آرامش). سیگنال الکترومیوگرافی یک سیگنال پیچیده است که توسط سیستم عصبی کنترل میشود و به ویژگیهای آناتومیک و ویژگیهای عضلات وابسته است. سیگنال الکترومیوگرافی هنگام گذشتن از طریق بافت‌های مختلف به نوبت نیاز دارد. علاوه بر این تعیین‌کننده الکترومیوگرافی، به‌ویژه اگر در سطح پوست باشد، سیگنالها را از واحدهای حرکتی مختلف در همان زمان جمع‌آوری میکند که ممکن است تعامل سیگنالهای متفاوت را ایجاد کند [۱۸].

پارامترهای مختلفی قادر به توضیح فعالیت عضله است که متداولترین آنها از پارامترهایی که دامنه سیگنال (محدوده زمانی) و قدرت تراکم طیفی (محدوده فرکانسی) را توضیح میدهند، استفاده میکنند. مطالعات گذشته پارامترهای مختلفی که قدرت

آیا نیروی محرکه با یا بدون تماس آکلونی به‌طور مجزا انجام شد، اگرچه آن‌ها پتانسیل‌های الکترومیوگرافی مشابهی نشان دادند. بر اساس مشاهدات برخی محققین در حرکت چپ به راست به‌طور طرفی نتایج افراد طبیعی و مبتلا به سندرم داون مشابه بود. در حرکات جویدن با دندان پیشین^{۱۶} نتایج قوی و خیلی قوی عضله ماستر را در افراد مبتلا به سندرم داون نشان داد. در حرکات انسداد مرکزی اجباری^{۱۷} تفاوت‌هایی در پتانسیل‌های فعالیت میان افراد طبیعی و افراد مبتلا به سندرم داون پیدا شد. مطالعات نشان داد یک فعالیت قوی عضله ماستر در این حرکت وجود دارد. ما در افراد مبتلا به سندرم داون به پتانسیل فعالیت با مقدار متوسط در ۲۳/۳ درصد از موارد دست یافتیم که افراد مبتلا به سندرم داون یک کاهش تونوس عضلانی هنگامی که عضله در بیشترین فراوانی است، نشان می‌دهند که فرض می‌شود که قسمت سطحی عضله ماستر و عضله تریگوئید میانی در افراد طبیعی هنگامی که فک بایستی بر مقاومت غلبه نماید در حرکات جویدن درگیر است [۲۷]. بنابراین نتایج این مطالعه را می‌توان با نتایج مطالعه حاضر همسو دانست.

در مطالعه هنکوین و همکاران با هدف بررسی تفاوت‌ها در شاخص‌های جویدن بین یک گروه ۱۱ نفره بزرگسال دچار سندرم داون و یک گروه ۱۲ نفره بدون سندرم داون، توانایی جویدن را به وسیله ضبط ویدئویی طی یک وعده غذایی استاندارد که شامل ده غذایی طبیعی بود ارزیابی کردند. متغیرهایی که جمع‌وری شدند شامل زمان جویدن، تعداد دوره‌های جویدن، بسامد جویدن، تعداد دوره‌های جویدن باز و عدم پذیرش غذا بود. چندین تفاوت در هر دو جهات برای زمان جویدن و تعداد دوره‌های جویدن بین دو گروه وجود داشت. علاوه بر این به استثنای پوره گروه دچار سندرم داون میانگین بسامد جویدن پایین‌تری نسبت به گروه مرجع داشت و نمی‌توانستند همه غذاهای ارائه‌شده را بخورند [۸]. نتایج این مطالعه نیز با نتایج مطالعه حاضر هم‌سو است. این نظریه که افراد دارای سندرم داون دچار مشکلات جویدن هستند و قدرت عضلانی کمتری دارند و دچار خستگی می‌شوند، با این مطالعه قوت می‌گیرد و بایستی راهکارهای درمانی برای افزایش قدرت عضلات مسئول جویدن در این افراد با پیگیری بیشتری بررسی شود.

در مطالعه‌ای در سال ۲۰۲۱ با عنوان «عملکرد جویدن در کودکان مبتلا به سندرم داون ۸ تا ۱۰ ساله» حداکثر نیروی اکولوزال با استفاده از GM10 Nagano Keiki Co.™ portable transducer تعیین شد. نتایج نشان داد کودکان دارای سندرم داون تقریباً ۵۰ درصد عملکرد جویدن و حداکثر نیروی اکولوزال نسبت به کودکان هم‌سن و بدون سندرم داون را دارند [۲۸] که نتایج این مطالعه نیز از نتایج مطالعه حاضر حمایت می‌کند.

16. Incisive

17. forced centric occlusion

یا Step). دامنه سیگنال الکترومیوگرافی به سطح نیروی عضله با یک فرایند افزایشی وابسته است [۲۲، ۲۳]. تحلیل سیگنال‌های الکترومیوگرافی عموماً به سه موضوع تقسیم می‌شود، نیروی عضله، خط هندسه و زاویه مفصل عضله و خستگی عضله [۲۱].

به دلیل اشکالاتی در فرکانس میانگین و فرکانس میانه که یک ارتباط غیر خطی بین نیروی عضله و ارزش ویژگی بین نیروی عضله و ارزش ویژگی^{۱۳} وجود دارد، به‌ویژه در عضله بزرگ در انقباضات دینامیک دوره‌ای [۲۴، ۲۵] یک وابستگی به زمان فرکانس میانگین و فرکانس میانه برای انقباضات دینامیک محاسبه می‌شود. متعاقب یک شیب خط رگرسیون که با حداکثر ارزش‌های فرکانس میانگین و فرکانس میانه طی یک تعداد انقباضات دوره‌ای متناسب است، به‌عنوان یک شاخص خستگی مورد استفاده است [۲۶]. هدف کلی در این تحقیق، بررسی الکترومیوگرافی عضلات ماستر و تمپورال در هنگام جویدن در کودکان مبتلا به سندرم داون ۲ تا ۱۲ ساله شهر اراک بود.

اگر به مقایسه نتایج این مطالعه با نتایج مطالعات مشابه پرداخته شود، مطالعه‌ای که بیشترین تشابه را دارد، تحقیقی در سال ۱۹۸۹ با عنوان تحلیل الکترومیوگرافی عضله ماستر در افراد مبتلا به سندرم داون بود که نتایج آن به شرح زیر است:

در هنگام بستن دهان فعالیت عضلات ماستر مشاهده می‌شود، اما هیچ تفاوت معناداری در پتانسیل‌ها بین افراد طبیعی و افراد مبتلا به سندرم داون مشاهده نشد.

در حرکات باز و بسته کردن سریع دهان همراه با تماس اکلوژنی با این که مطالعات چندین محقق فعالیت قوی در عضلات ماستر راست و چپ در مرحله بسته شدن نشان داد، اما در افراد مبتلا به سندرم داون فعالیت متوسط و جزئی نشان داده شد. همچنین یک سرعت خفیف و در مقایسه با افراد طبیعی یک مدت زمان سکوت واضح بین یک انقباض و دیگری مشاهده شد که نشان می‌دهد که موقعی که ما سرعت را به حرکات وارد می‌کنیم، افراد دچار تون عضلانی پایین یک پتانسیل خفیف فعالیت عضلانی و فاصله خفیف بین مدت‌زمان‌های انقباض وارد می‌کنند. این حالت ممکن است با یک کاهش تعداد گیرنده‌ها (مکانوسپتورها) در غشای پریدنتال، کپسول مفصلی، دیسک مفصل تمپورومندیبولار و عضله توجیه شود که مسئول جمع‌آوری و ارسال تحریک پروپریوسپتو به سمت هسته تری ژمینال تنه انسفالیک^{۱۴} در افراد طبیعی است. فرضیه دیگر با یک ناتوانی هماهنگی حرکتی به‌عنوان یک مسئول برای این رفتار عضلانی مرتبط است. در نیروی محرکه^{۱۵} مندیبل افراد مبتلا به سندرم داون در ایجاد آن حرکت مشکلاتی دارند، چنانکه غیر ممکن است مشاهده شود که

13. Value Feature

14. Encephalic Trunk

15. Propulsion

۲۷۹۶ حمایت کرده است.

مشارکت نویسندگان

نگارش و طراحی: عبدالرضا یآوری و محمدرضا عرب؛ اجرا، تهیه دست‌نوشته و تحلیل و تجزیه نتایج: عبدالرضا یآوری، محمد رضا عرب، مرضیه بابایی و فرهاد فاتحی؛ تأیید نسخه نهایی: مرضیه بابایی و فرهاد فاتحی.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از اداره کل آموزش و پرورش شهر اراک، اداره بهزیستی و مراکز و مؤسسات توان‌بخشی تشکر می‌شود.

در مطالعه‌ای از موارد مبتلا به سندرم داون و موارد کنترل انجام حرکات هرچه سریع‌تر جمع کردن و باز کردن شانه درخواست شد. موارد مبتلا به سندرم داون گسیختگی‌هایی در جفت‌های آگونیست برخلاف آنتاگونیست نشان دادند. همچنین الگوهای انحرافی در مفاصل پوسچری اصلی نشان دادند آن‌ها از یک راهکار متفاوت استفاده می‌کنند که ممکن است مرتبط با دست و پا چلفتی بودن آن‌ها باشد [۲۹]. بنابراین شاخص‌های حرکتی غیر از عضلات مسئول جویدن در عضلات مربوط به شانه افراد مبتلا به سندرم داون هم دچار اختلال می‌باشد.

در مطالعه‌ای با هدف ارزیابی مفصل تمپورومندیولار افراد مبتلا به سندرم داون بر روی ۴۰ نفر به این نتیجه رسیدند که ۷۷/۵ درصد از این افراد دچار اختلالات تمپورومندیولار می‌باشند [۳۰] که می‌توان نتایج تحقیق حاضر را با نتایج این مطالعه مرتبط دانست و چه بسا اختلال در مفصل تمپورومندیولار مزید بر علت اختلال عضلات مسئول در جویدن این افراد باشد.

در مطالعه پریس نشان داده شد سطح انرژی مورد نیاز برای فعالسازی مکانیزم صوتی از سطح استراحت به سطح صوتی اش در افراد مبتلا به سندرم داون دو برابر گروه کنترل بود [۳۱].

نتیجه‌گیری

میانگین دامنه (شدت) و بسامد میانگین سیگنال الکتریکی عضله در حالت جویدن در اکثر عضلات بین دو گروه مبتلا به سندرم داون و طبیعی متفاوت اما در مورد میانگین بسامد میانه در اکثر عضلات تفاوت‌ها غیر معنادار بود.

با ارائه نتایج این مطالعه و همچنین مطالعات دیگر نشان داده شد که گنجاندن راهکارها و ابزارهای ارزیابی جویدن و بلع و به تبع آن ملاحظات درمانی ویژه برای درمان اختلالات بلع در این افراد امری لازم و ضروری است و بایستی راهکارهای درمان توان‌بخشی و پزشکی این افراد با جدیت بیشتری ادامه یابد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

پروتکل این مطالعه در کمیته اخلاق دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اراک با کد IR.ARAKMU.REC.1396.76 به تأیید رسیده است. در ضمن اطلاعات فردی هیچ کدام از این افراد فاش نشده است و رضایت‌نامه کتبی از والدین دریافت شد. همچنین موارد دارای اختلال جهت پیگیری‌های بعدی به متخصصین پزشکی و توان‌بخشی ارجاع داده شدند.

حامی مالی

دانشگاه علوم پزشکی اراک از نظر مالی از این پژوهش با کد

References

- [1] Jaruratanasirikul S, Kor-Anantakul O, Chowwichian M, Limpitikul W, Dissaneevate P, Intharasangkanawin N, et al. A population-based study of prevalence of Down syndrome in Southern Thailand. *World J Pediatr*. 2017; 13(1):63-9. [DOI:10.1007/s12519-016-0071-5] [PMID]
- [2] Rupela V, Velleman SL, Andrianopoulos MV. Motor speech skills in children with Down syndrome: A descriptive study. *Int J Speech Lang Pathol*. 2016; 18(5):483-92. [DOI:10.3109/17549507.2015.1112836] [PMID]
- [3] Jackson A, Maybee J, Moran MK, Wolter-Warmerdam K, Hickey F. Clinical characteristics of dysphagia in children with Down Syndrome. *Dysphagia*. 2016; 31(5):663-71. [DOI:10.1007/s00455-016-9725-7] [PMID]
- [4] Farkas LG, Munro IR, Kolar JC. Abnormal measurements and proportions in the Face of Down's Syndrome Patients: Preliminary report of an anthropometric study. *Plast Reconstr Surg*. 1985; 75(2):159-69. [DOI:10.1097/00006534-198502000-00002] [PMID]
- [5] Fischer-Brandies H. Cephalometric comparison between children with and without Down's syndrome. *Eur J Orthod*. 1988; 10(3):255-63. [DOI:10.1093/ejo/10.3.255] [PMID]
- [6] Luke D, Lucas P. Chewing efficiency in relation to occlusal and other variations in the natural human dentition. *Br Dent J*. 1985; 159(12):401-3. [DOI:10.1038/sj.bdj.4805742] [PMID]
- [7] English JD, Buschang P, Throckmorton G. Does malocclusion affect masticatory performance? *Angle Orthod*. 2002; 72(1):21-7. [DOI:10.1043/0003-3219(2002)072%3C0021:DMAMP%3E2.0.CO;2]
- [8] Hennequin M, Allison P, Faulks D, Orliaguet T, Feine J. Chewing indicators between adults with Down syndrome and controls. *J Dent Res*. 2005; 84(11):1057-61. [DOI:10.1177/154405910508401117] [PMID]
- [9] Allison P, Hennequin M. The oral assessment in Down syndrome questionnaire (OADS): Development of an instrument to evaluate oral health problems in individuals with Down syndrome. *Community Dent Health*. 2000; 17(3):172-9. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11108405/>
- [10] Rezaei M, Rashedi V, Heidari A. [Eating problems among children with Down syndrome (Persian)]. *J Kermanshah Univ of Med Sci*. 2013; 16(8):682-4. <https://sites.kowsarpub.com/jkums/articles/77283.html>
- [11] Feine J, Lund J. Measuring chewing ability in randomized controlled trials with edentulous populations wearing implant prostheses. *J Oral Rehabil*. 2006; 33(4):301-8 [DOI:10.1111/j.1365-2842.2006.01614.x] [PMID]
- [12] Phinyomark A, Scheme E. EMG pattern recognition in the era of big data and deep learning. *Big Data Cogn Comput*. 2018; 2(3):21. [DOI:10.3390/bdcc2030021]
- [13] Oncins MC, Vieira MM, Bommarito S. Electromyography of the masticatory muscles: Analysis in the original and RMS value. *Rev CE-FAC*. 2014; 16(4):1215-21. [DOI:10.1590/1982-021620146913]
- [14] Laud RB, Girolami PA, Boscoe JH, Gulotta CS. Treatment outcomes for severe feeding problems in children with autism spectrum disorder. *Behav Modif*. 2009; 33(5):520-36. [DOI:10.1177/0145445509346729] [PMID]
- [15] Nordstrøm M, Retterstøl K, Hope S, Kolset SO. Nutritional challenges in children and adolescents with Down syndrome. *Lancet Child Adolesc Health*. 2020; 4(6):455-64. [DOI:10.1016/S2352-4642(19)30400-6]
- [16] Botter A, Lanfranco F, Merletti R, Minetto MA. Myoelectric fatigue profiles of three knee extensor muscles. *Int J Sports Med*. 2009; 30(6):408-17. [DOI:10.1055/s-0028-1112142] [PMID]
- [17] Farina D, Merletti R. Methods for estimating muscle fibre conduction velocity from surface electromyographic signals. *Med Biol Eng Comput*. 2004; 42(4):432-45. [DOI:10.1007/bf02350984] [PMID]
- [18] Reaz M, Hussain M, Mohd-Yasin F. Techniques of EMG signal analysis: Detection, processing, classification and applications (Correction). *Biol Proced Online*. 2006; 8:163. [DOI:10.1251/bpo124] [PMID] [PMCID]
- [19] Farina D, Fosci M, Merletti R. Motor unit recruitment strategies investigated by surface EMG variables. *J Appl Physiol*. 2002; 92(1):235-47. [DOI:10.1152/jappl.2002.92.1.235] [PMID]
- [20] Ravier P, Buttelli O, Jennane R, Couratier P. An EMG fractal indicator having different sensitivities to changes in force and muscle fatigue during voluntary static muscle contractions. *J Electromyogr Kinesiol*. 2005; 15(2):210-21. [DOI:10.1016/j.jelekin.2004.08.008] [PMID]
- [21] Sung PS. Multifidus muscles median frequency before and after spinal stabilization exercises. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003; 84(9):1313-8. [DOI:10.1016/S0003-9993(03)00139-4]
- [22] Cechetto A, Parker P, Scott R. The effects of four time-varying factors on the mean frequency of a myoelectric signal. *J Electromyogr Kinesiol*. 2001; 11(5):347-54. [DOI:10.1016/S1050-6411(01)00010-4]
- [23] Roman-Liu D. The influence of confounding factors on the relationship between muscle contraction level and MF and MPF values of EMG signal: A review. *Int J Occup Saf Ergon*. 2016; 22(1):77-91. [DOI:10.1080/10803548.2015.1116817] [PMID] [PMCID]
- [24] Bilodeau M, Arsenault AB, Gravel D, Bourbonnais D. EMG power spectra of elbow extensors during ramp and step isometric contractions. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1991; 63(1):24-8. <https://doi.org/10.1007/BF00760796> [DOI:10.1007/bf00760796] [PMID]
- [25] Potvin J. Effects of muscle kinematics on surface EMG amplitude and frequency during fatiguing dynamic contractions. *J Appl Physiol*. 1997; 82(1):144-51. [DOI:10.1152/jappl.1997.82.1.144] [PMID]
- [26] Zhou P, Rymer WZ. Factors governing the form of the relation between muscle force and the EMG: A simulation study. *J Neurophysiol*. 2004; 92(5):2878-86. [DOI:10.1152/jn.00367.2004] [PMID]
- [27] Cifrek M, Tonković S, Medved V. Measurement and analysis of surface myoelectric signals during fatigued cyclic dynamic contractions. *Measurement*. 2000; 27(2):85-92. [DOI:10.1016/S0263-2241(99)00059-7]
- [28] Niccoli Filho WD, Vitti M, Moraes FMD. Electromyographic analysis of the masseter muscle in persons with Down's syndrome.

Rev Odontol UNESP. 1989; 18:293-304. <http://host-article-assets.s3.amazonaws.com/rou/5880174d7f8c9d0a098b466d/fulltext.pdf>

- [29] Wintergerst A, López-Morales MP. Masticatory function in children with Down syndrome. *Physiol Behav.* 2021; 235:113390. [DOI:10.1016/j.physbeh.2021.113390] [PMID]
- [30] Aruin AS, Almeida GL. A coactivation strategy in anticipatory postural adjustments in persons with Down syndrome. *Motor control.* 1997; 1(2):178-91. [DOI:10.1123/mcj.1.2.178]
- [31] Salazar AP, Nery JC, Donini LL, Nora VP, Peralles SR. Temporomandibular joint evaluation in subjects with Down syndrome. *Int Med Rev Down Syndr.* 2016; 20(3):39-42. [DOI:10.1016/j.sdeng.2016.07.001]
- [32] Pryce M. The voice of people with Down syndrome: An EMG biofeedback study. *Downs Syndr Res Pract.* 1994; 2(3):106-11. [DOI:10.3104/reports.39]