

## Review Paper

## Physical Fitness and Health-Related Physical Activity Programs in People With Down Syndrome: A Systematic Review

\*Saeid Bahiraei<sup>1</sup>, Hassan Daneshmandi<sup>1</sup>, Rahman Amiri<sup>1</sup>

1. Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education, Guilan University, Rasht, Iran.



**Citation:** Bahiraei S, Daneshmandi H, Amiri R. [Physical Fitness and Health-Related Physical Activity Programs in People With Down Syndrome: A Systematic Review (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2020; 5(4):200-215. <https://doi.org/10.32598/biomechanics.5.4.1>

**doi:** <https://doi.org/10.32598/biomechanics.5.4.1>

**Article Info:**

Received: 10 Sep 2019

Accepted: 23 Jan 2020

Available Online: 01 Mar 2020

**Key words:**Down syndrome,  
Physical fitness, Physical activity**ABSTRACT**

**Objective** Down Syndrome (DS) is the most common genetic disease in people with intellectual disability, with a prevalence of 1 in 800-1000 live births. Youth and adolescents with DS are a unique population in terms of health-related physical fitness factors.

**Methods** In this review study, to investigate the physical fitness factors and physical activity programs for youth and adolescents with DS, a search was conducted in international and national databases such as EBSCO, Medline, PubMed, Elsevier, Google Scholar and SID among studies conducted during 1996-2016 using following keywords in Persian and English: Physical fitness, physical activity, Down syndrome, rehabilitation, intellectual disability, muscular strength, muscular endurance, aerobic fitness, balance, agility and flexibility.

**Results** Initial search yielded 130 articles. After removing duplicates, 35 were remained for the review. The studies indicated lower cardiorespiratory capacity and physical fitness in people with DS than in their normal peers in strength, endurance, balance and agility as well as increased subcutaneous fat and body fat distribution.

**Conclusion** Adolescents and youth with DS have low cardiovascular and muscular capacity and physical fitness, overweight/obesity, and reduces health-related physical activities. Future studies should focus on strength testing and training protocols, methods for determining physical activity levels, and practical interventions to increase physical activities in DS patients.

**Extended Abstract****1. Introduction**

**D**own Syndrome (DS) is the most common genetic disease in people with Intellectual Disability (ID), with a prevalence of 1 in 800-1200 live births [1-4]. Studies show that almost one-third of people with ID are physically active enough. Demographics and health profiles of these patients include congenital heart disease, respiratory diseases, deterioration of functional capacities due to Alzheimer's, recurrent pneumonia, sensory disorders, mus-

culoskeletal disorders, and movement disorders. Physical fitness of people with ID is much lower than of the general population. People with DS are no exception. One of the important features of these patients is low physical activity [5].

Various studies have shown that DS patients have less physical activity than other people in the society and even other people with ID [6-9]. They, equal to or more than healthy people, need physical activity and the health of the cardiovascular and musculoskeletal systems to be healthy and prevent from diseases and premature death [10]. Low levels of physical fitness and function may be due to an increase in the prevalence of overweight or obesity as well

**\* Corresponding Author:**

Saeid Bahiraei, PhD.

Address: Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education, Guilan University, Rasht, Iran.

Tel: +98 (918) 7069265

E-mail: saeid\_bahiraei86@yahoo.com

as a decrease in bone mass growth which may eventually lead to the exacerbation of clinical manifestations. Therefore, the goal of all health organizations is to improve the quality of life and health of citizens. Given the effects of exercise and physical activity on increasing quality of life, social skills and reducing the risk of disease, it is necessary to study the effect of physical activity on indicators related to the health of young people and children with DS.

## 2. Methods

In this review study, to investigate the effect of physical activity on health of young people and children with DS, search was conducted in national and international databases including EBSCO, Medline, PubMed, Elsevier, Google Scholar and SID using following keywords in Persian and English: Physical Fitness, Physical Activity, Down Syndrome, Rehabilitation, Intellectual Disability, Muscle Strength, Muscle Endurance, Aerobic Fitness, Balance, Agility, and Flexibility. Initial search yielded 130 papers. Of these, 35 were selected based on inclusion and exclusion criteria.

## 3. Results

Table 1 presents a systematic review of studies that have shown physical fitness, cardiovascular fitness, strength and combined exercises, postural control, and body composition of individuals with DS. The results show that the

cardiovascular fitness was lower among people with DS compared to people without ID. However, a selected exercise program could have a significant effect on improving their maximal oxygen uptake, peak minute ventilation, chest fluid content, cardiac output, mean arterial blood pressure, regular vascular resistance, regular vascular resistance index, and other cardiorespiratory parameters. Spending more time in moderate physical activity is associated with greater cardiorespiratory fitness in adolescents with DS.

The results showed an improvement in strength of lower extremity muscles and all muscle groups as well as cardiac function and agility compared to the controls. People with DS have unstable postural control and increased oscillation in both anterior-posterior and medio-lateral directions compared to normal people. In anterior-lateral plane with eyes open and closed conditions, DS people with and without visual information had more body sway than healthy individuals in the lateral and anterior-posterior plane. The prevalence of overweight is higher in these patients than in the general population; children with DS are often overweight and obese compared to the general population.

## 4. Conclusion

One of the reasons for the lower cardiovascular fitness in DS people can be due to less muscle mass, less muscle strength, thyroid disorders, muscle laxity, obesity or sym-

**Table 1.** Systematic review of some studies related to the physical fitness factors in people with DS

Author (s)	Method	Findings	Conclusions
González-Agüero et al. (2014)	21 weeks of circuit training, including plyometric jumps	Exercise group increased all their cardiorespiratory parameters compared to baseline after 21 weeks of training. This group showed higher values than the control group in all cardiorespiratory parameters after training	Youths with DS achieved improvements in several cardiorespiratory parameters after 21 weeks of training including plyometric exercises
Shields and Taylor (2010)	Performing 6 exercises using weight machines performed twice a week for 10 weeks (3 sets of 12 reps)	Improvement in lower limb muscle strength was observed compared to the control group. No major adverse events were recorded	Progressive resistance training is a feasible and safe exercise option that can improve lower limb muscle strength in adolescents with DS
Rigoldi et al. (2011)	An analysis of the centre of pressure (COP) displacement in both time and frequency domains during standing position was performed for the three groups of subjects	COP medio-lateral range of motion pointed out a decrease for both groups (pathological and control) in time domain analysis, but DS people showed a larger frequency of movement in medio-lateral direction in frequency domain analysis	DS people focused on overcoming the lack of balance caused by hypotonia and ligament laxity, while control group attempted to improve their strategy using different strategy development.
Frey and Chow (2006)	Physical fitness was assessed using 6- (ages 6-8 years) or 9- (ages 9-18 years) minute run, sit-up, isometric push-up, sit and reach, and sum of skinfold	20% of samples were classified as overweight/obese. Overweight/obesity is minimally associated with aerobic fitness and muscular strength, but BMI had no impact on endurance and flexibility or motor skills	Overweight/obesity reduce aerobic fitness and muscular strength

pathetic system disorders in response to exercise, inactive lifestyle, eating habits, lack of recreational activities, lack of motor coordination, lack of sufficient motivation for physical activity. Some studies have shown that proper exercise can improve cardiovascular health. One of the most important types of exercises used for people with DS is strength training. The results have shown that the implementation of progressive strength training improves the strength of the muscles in the body [15-18], increases muscle mass and decreases weight [17], improves functional tasks and maximal aerobic capacity [15] in individuals with DS [19].

Decreased muscle tone and joint laxity are common in people with DS. In DS patients, due to some factors such as the number of muscle fibers or a lower percentage of slow-twitch muscle fibers, muscle strength is poorer than in normal and mentally retarded people. This muscle weakness in the lower limbs and poor postural balance increase the risk of falling in these people [1, 4]. Body mass index and body fat percentage are also higher in people with DS than in healthy people. Overweight and obesity are new concerns for DS patients. Some studies have shown that 35-50% of them are obese. The main reason for their overweight is a sedentary lifestyle, of course because these people are not able to participate in health promotion activities and programs due to many obstacles.

## **Ethical Considerations**

### **Compliance with ethical guidelines**

This article is a meta-analysis with no human or animal sample.

### **Funding**

This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

### **Authors' contributions**

Conceptualization, methodology and supervision: all authors; Review and writing the original draft and sources: Saeed Bahiraei, Rahman Amiri; Review and editing: Hassan Daneshmandi.

### **Conflicts of interest**

The authors declared no conflict of interest.

## **Acknowledgements**

The authors would like to thank the research and educational officials of the University of Guilan and the Faculty of Physical Education and Sports Sciences.

## بررسی و مطالعه برنامه‌های آمادگی جسمانی و فعالیت بدنی مرتبط با سلامت در افراد سندرم داون: مروری نظام‌مند بر مطالعات گذشته

سعید بحیرایی<sup>۱</sup>، حسن دانشمندی<sup>۲</sup>، رحمان امیری<sup>۳</sup>

۱. گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

### حکیده

**هدف:** سندرم داون با شیوع یک در ۸۰۰ تا ۱۲۰۰ تولد زنده متداول‌ترین بیماری ژنتیکی در افراد دارای ناتوانی هوشی است. جوانان و نوجوانان سندرم داون جمعیت منحصر به فردی در زمینه فاکتورهای آمادگی جسمانی مرتبط با سلامتی هستند.

**روش‌ها:** به منظور بررسی فاکتورهای آمادگی جسمانی و فعالیت بدنی نوجوانان و جوانان مبتلا به سندرم داون از پایگاه‌های اطلاعاتی بین‌المللی و ملی پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی، گوگل اسکالر، پایمد، مدلاین، الزویر و اسکوپ از سال ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۶ استفاده شد. در این جست‌وجو از دو زبان فارسی و انگلیسی استفاده شد که از اصطلاحات آمادگی جسمانی، فعالیت بدنی، سندرم داون، توان بخشی، کم‌توانی ذهنی، قدرت عضلانی، استقامت عضلانی، آمادگی هوازی، تعادل، چابکی و انعطاف‌پذیری و اصطلاحات انگلیسی Intellectual Disability, Down syndrome, Physical fitness, Rehabilitation, Muscles Strength and Endurance, Balance Physical activity, flexibility, aerobic capacity استفاده شد.

**یافته‌ها:** در جست‌وجوی متون، مجموعاً ۱۳۰ مقاله یافت شد که پس از حذف موارد مشابه، از میان مقالاتی که ارتباط بسیار نزدیکی با موضوع مورد بررسی را داشتند، ۳۵ مقاله برای مطالعه انتخاب شدند. کاهش ظرفیت‌های قلبی تنفسی و نیز پایین‌تر بودن سطح آمادگی جسمانی نسبت به هم‌تایان سالم در قدرت، استقامت موضعی، تعادل و چابکی و نیز افزایش چربی زیرپوستی و نحوه توزیع چربی بدن در افراد دارای ناتوانی هوشی از جمله مواردی است که تحقیقات به آن اشاره کرده‌اند.

**نتیجه‌گیری:** جوانان و نوجوانان سندرم داون دارای ظرفیت پایین قلبی عروقی، عضلانی و آمادگی جسمانی، شیوع اضافه‌وزن و چاقی و همچنین کاهش فعالیت‌های مرتبط با سلامت هستند؛ بنابراین با توجه به این فاکتورها، تحقیقاتی که در آینده انجام می‌شود باید بر روی آزمون‌های قدرت و پروتکل‌های تمرینی، روش‌هایی برای تعیین سطح فعالیت‌های فیزیکی و مداخلات عملی برای افزایش فعالیت‌های بدنی متمرکز شود.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۹ شهریور ۱۳۹۸

تاریخ پذیرش: ۰۳ بهمن ۱۳۹۸

تاریخ انتشار: ۱۱ اسفند ۱۳۹۸

### کلیدواژه‌ها:

سندرم داون، فعالیت بدنی، آمادگی جسمانی

### مقدمه

دانسته‌اند که ۸۵ درصد این افراد، ناتوانان هوشی خفیف هستند [۶]. همچنین شیوع ناتوانی هوشی در ایران توسط محیط و همکارانش در سطح کشور ۲/۶ درصد برآورد شده است که نتایج تحقیقات نشان داده است که ۱۰ تا ۲۰ درصد افراد ناتوان هوشی به سندرم داون مبتلا هستند [۷].

دامنه بهره هوشی افراد سندرم داون حدود ۵۰ تا ۷۵ درصد گزارش شده است. مبتلایان به سندرم داون ویژگی‌های فیزیولوژیکی و آناتومیکی خاصی دارند که آن‌ها را از دیگر هم‌تایان سالم متفاوت می‌کند؛ ناهنجاری در پردازش میلینشن، اختلال‌های بینایی و مشکلات شنوایی و عصبی-حسی در گوش داخلی، از اختلال‌های افراد مبتلا به سندرم داون است. بیش

سندرم داون<sup>۱</sup> با شیوع یک در ۸۰۰ تا ۱۲۰۰ تولد زنده، متداول‌ترین بیماری ژنتیکی در افراد دارای ناتوانی‌های هوشی است [۴-۱]. تری زومی ۲۱ که شایع‌ترین علت بیماری سندرم داون است، موجب ایجاد عوارض مرتبط با سلامتی و پزشکی مانند مشکلات ذهنی، تنفسی و قلبی در افراد می‌شود [۵، ۱]. تقریباً دویست میلیون کودک با ناتوانی هوشی در دنیا زندگی می‌کنند (سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۰۸). همچنین انجمن روان‌شناسی آمریکا، شیوع ناتوانی هوشی را حدود ۲/۵ درصد

1. Down syndrome

\* نویسنده مسئول:

سعید بحیرایی

نشانی: رشت، دانشگاه گیلان، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی.

تلفن: ۰۹۸ (۹۱۸) ۷۰۶۹۲۶۵

پست الکترونیکی: saeid\_bahiraie86@yahoo.com

بر اساس نظر کالج پزشکی ورزشی آمریکا (ACSM)<sup>۲</sup> آمادگی جسمانی مرتبط با سلامت شامل ترکیب بدنی، ظرفیت هوازی، قدرت و انعطاف پذیری عضلانی است. ایفرد، با توجه به دو هدف کلی آمادگی جسمانی، یعنی هدف سلامتی و هدف مهارتی، عوامل آمادگی جسمانی را به دو طبقه تقسیم کرده است: عوامل مرتبط با سلامت و عوامل مرتبط با عملکرد ورزشی. مطالعات روی کودکان سندرم داون با سبک زندگی کم تحرک و گاهی بی تحرک و صرف زمان بیشتر در خانه، نشان داد این کودکان بیشتر دچار ضعف های جسمانی - حرکتی می شوند [۱۴].

شیلدر و همکارانش نشان دادند این کودکان در طول روز، به صورت میانگین، ۱۰۴/۵ دقیقه فعالیت جسمانی دارند که این میزان فعالیت بدنی در مقایسه با دیگر کودکان هم سن و سال و سالم، بسیار کمتر است. کم تحرکی از مشکلات بزرگ زندگی مبتلایان به سندرم داون است. به نظر می رسد افراد ناتوان هوشی مبتلا به سندرم داون برابر یا بیشتر از افراد سالم، برای داشتن سلامتی و تندرستی و پیشگیری از امراض و مرگومیر زودرس، نیاز به آمادگی جسمانی و سلامت دستگاه های قلبی عروقی و عضلانی - اسکلتی دارند [۱۵].

همچنین سطوح پایین آمادگی جسمانی و عملکرد ممکن است به دلیل افزایش در شیوع اضافه وزن یا چاقی و همچنین کاهش در رشد توده استخوانی باشد که در نهایت ممکن است منجر به تشدید تظاهرات بالینی شود (تصویر شماره ۱) [۱۶]. بنابراین هدف همه سازمان های مسئول سلامت، ارتقای کیفیت زندگی و افزایش سال های سلامت شهروندان است. سن امید به زندگی در مبتلایان به سندرم داون افزایش چشمگیری داشته

از هشتاد ویژگی بالینی در افراد با سندرم داون شرح داده شده است. در افراد سندرم داون بیماری های مادرزادی قلبی حدود ۵۰ درصد گزارش شده است. همچنین از دست دادن شنوایی ۷۵ درصد، بیماری های چشمی ۶۰ درصد، اختلالات خواب ۷۵ درصد، بیماری های دستگاه گوارش ۱۰ درصد، کم کاری تیروئید ۱۵ درصد و ناپایداری مفصل آتلانتواکسیال ۱۰ تا ۳۰ درصد گزارش شده است. تقریباً ۲۰ درصد از افراد سندرم داون دارای مشکلات عضلانی - اسکلتی هستند [۸، ۲۰].

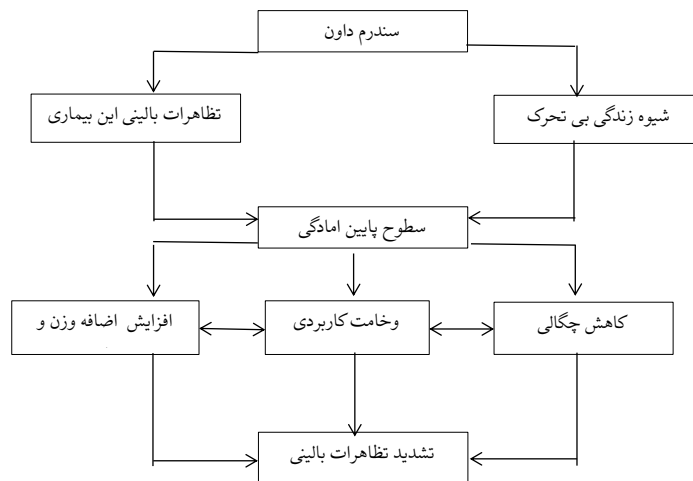
میزان مرگومیر در افراد با سندرم داون بعد از سن ۴۰ سالگی به میزان قابل توجهی افزایش می یابد. به خاطر شروع زودرس یائسگی در زنان با سندرم داون احتمال بیماری آلزایمر چهار برابر بیشتر از هم تایان مرد است. به گزارش تمپل و همکارانش، نتایج مطالعات بسیار جدید نشان می دهد تقریباً فقط یک سوم از افراد ناتوان هوشی به اندازه کافی فعالیت بدنی دارند. وضعیت جمعیت شناختی و پروفایل سلامت ناتوانان هوشی به صورت خلاصه در جدول شماره ۱ گزارش شده است. آمادگی جسمانی افراد ناتوان هوشی، بسیار کمتر از بقیه افراد جامعه است. مبتلایان به سندرم داون نیز از این قاعده مستثنا نیستند. از ویژگی های بارز این افراد کم تحرکی است [۹].

نتایج تحقیقات مختلف نشان داده است این افراد نسبت به دیگر افراد جامعه و حتی افراد ناتوان هوشی دیگر، فعالیت بدنی کمتری دارند [۱۳-۱۰]. به طور کلی کودکان مبتلا به سندرم داون برخلاف کودکان دیگر، به علت نارسایی در رشد مغزی و شلی عضلاتشان در دوران اولیه رشد، حرکات عضلانی و جست و خیز خودجوشانه ای از خود نشان نمی دهند و برای انجام این کار، به انگیزه بیشتری نیاز دارند [۲، ۱۰].

## 2. The American College of Sports Medicine

جدول ۱. توضیحات جمعیت شناختی و پروفایل های سلامت در افراد مبتلا به سندرم داون

ویژگی ها	توضیحات
ناشی از تریزومی ۲۱	توضیحات جمعیت شناختی
کم توانی خفیف و متوسط	
محدودیت در مهارت های انطباقی	
طول عمر نزدیک به ۶۰ سال	پروفایل سلامت کودکان
بیماری مادرزادی قلبی (سپتوم و نقص دریچه)	
بیماری های تنفسی (پنومونی و برونشیت مزمن)	
بدتر شدن ظرفیت های عملکردی با توجه به زوال عقل از نوع آلزایمر	بزرگسالان
پنومونی عودکننده	
اختلالات حسی (شنوایی و بینایی)	
اختلالات عضلانی - اسکلتی (ناپایداری مفاصل و پوکی استخوان)	



### مجله بیومکانیک ورزشی

علمی جهاد دانشگاهی، گوگل اسکالر، پابمد، مدلاین، الزویر و ایسکو استفاده شد. در جست و جوی مقالات و اصطلاحات از زبان فارسی و انگلیسی استفاده شد که شامل آمادگی جسمانی، فعالیت بدنی، سندرم داون، توان بخشی، کم توانی ذهنی، قدرت عضلانی، استقامت عضلانی، آمادگی هوازی، تعادل، چابکی و انعطاف پذیری و اصطلاحات انگلیسی، Intellectual Disability, Down syndrome, Physical fitness, Rehabilitation, Muscles strength and endurance, Balance, Physical activity, flexibility, aerobic بدون هیچ گونه محدودیت تحقیقی در جست و جوی با یکدیگر در برخی موارد با یکدیگر ترکیب شدند. جست و جوی مقالات از سال ۱۹۹۶ شروع و تا سال ۲۰۱۶ انجام شد. در نهایت، مقالات مرتبط، برای بررسی سیستماتیک مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در مورد کیفیت روش مطالعات انجام شده، از سیستم کیفیت، حاوی

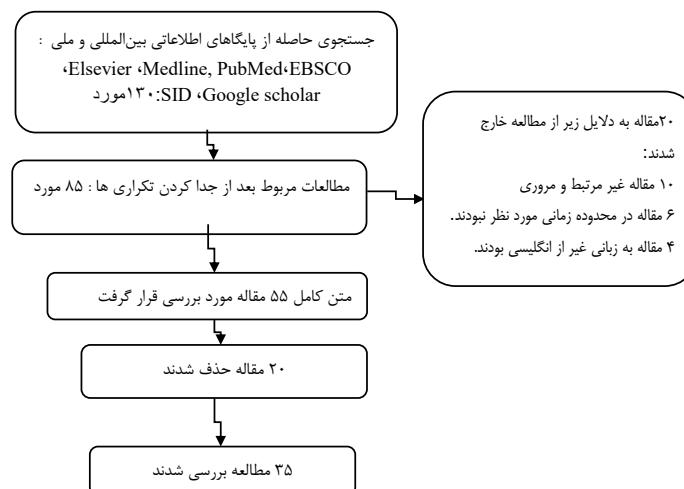
تصویر ۱. ارتباط آمادگی جسمانی و تظاهرات بالینی در افراد سندرم داون

است؛ بنابراین، تغییر در عملکرد و ساختار بدنی در مبتلایان به سندرم داون، محدودیت‌های حرکتی ایجاد کرده است.

این مشکلات آثار منفی در کیفیت زندگی، هم در خصوص فعالیت‌های بدنی تفریحی و هم فعالیت‌های تخصصی ایجاد می‌کند؛ بنابراین با توجه به آثار ورزش و فعالیت بدنی در افزایش کیفیت زندگی، مهارت‌های اجتماعی و کاهش خطر بیماری‌ها، بررسی تأثیر فعالیت‌های بدنی در شاخص‌های مرتبط با سلامت جوانان و کودکان مبتلا به سندرم داون ضرورت پیدا می‌کند.

### مواد و روش‌ها

در روند این تحقیق به منظور بررسی فاکتورهای آمادگی جسمانی و فعالیت بدنی کودکان و نوجوانان مبتلا به سندرم داون از پایگاه‌های اطلاعاتی بین‌المللی و ملی پایگاه اطلاعات



### مجله بیومکانیک ورزشی

تصویر ۲. مراحل جست و جوی متون و بازیابی مقالات



جدول ۲. بازیابی نظام‌مند آمادگی جسمانی قلبی‌عروقی در افراد سندرم داون

محققان	عنوان تحقیق	تعداد آزمودنی‌ها	روش اندازه‌گیری	خلاصه نتایج	تفسیر
فر بهال و همکاران (۱۹۹۷) [۱۷]	ظرفیت قلبی تنفسی افراد کم‌توانی ذهنی مبتلا به سندرم داون	۱۱۱ آزمودنی	پروتکل راه رفتن بر روی تردمیل	حداکثر جذب اکسیژن و اوج تهویه دقیق‌های مردان نسبت به زنان بالاتر بود. حداکثر ضربان قلب و اوج نسبت تبادل تنفسی بالاتر بود.	افراد کم‌توان ذهنی از سطوح پایین $VO_2^{\max}$ ، مطابق با سطوح پایین آمادگی جسمانی قلبی‌عروقی بودند. افراد مبتلا به سندرم داون دارای سطوح پایین‌تر از $VO_2^{\max}$ نسبت به همسالان خود بدون سندرم داون بودند.
ولا و همکاران (۲۰۰۱) [۱۸]	اثرات تمرینات هوازی قایقرانی در نوجوانان مبتلا به سندرم داون	۱۶ مرد	گروه تمرینی ۱۶ هفته تمرینات قایقرانی با دوچرخه ثابت انجام دادند.	هیچ تغییری در آمادگی جسمانی قلبی‌عروقی است این گروه رخ نداد.	این تمرینات آمادگی جسمانی قلبی‌عروقی بزرگسالان جوان مبتلا به سندرم داون را بهبود نمی‌بخشد، اما باعث بهبود استقامت تمرینی و ظرفیت کاری می‌شود.
کترالو اکترو (۲۰۱۳) [۱۹]	اثرات تمرینات دایره‌ای از جمله جهش پلايومتریک در آمادگی قلبی تنفسی کودکان و نوجوانان مبتلا به سندرم داون	۲۷ نوجوانان	۲۱ هفته تمرینات دایره‌ای و جهش پلايومتریک	گروه تمرین تمام پارامترهای قلبی تنفسی خود را نسبت به شروع مطالعه پس از ۲۱ هفته تمرین افزایش یافته است. گروه تمرینی ارزش بالاتر از گروه کنترل در تمام پارامترهای قلبی تنفسی بعد از تمرین نشان داد.	بهبود در چند پارامتر قلبی تنفسی هنگام انجام ۲۱ هفته آموزش از جمله تمرینات پلايومتریک به دست آوردند.
ماتریت-پورتینو (۲۰۱۳) [۲۰]	فعالیت بدنی و آمادگی قلبی عروقی نوجوانان مبتلا به سندرم داون	۴۲ نوجوانان	فعالیت بدنی با استفاده از شتاب‌سنج اندازه‌گیری شد. برای ارزیابی آمادگی قلبی‌عروقی از پروتکل پیدامروی بروی تردمیل استفاده شد.	نوجوانان مبتلا به DS مدت‌زمان کمتری را در فعالیت بدنی پایین، فعالیت بدنی متوسط، فعالیت بدنی شدید و فعالیت بدنی متوسط تا شدید از افراد بدون DS به دست آوردند. حداکثر ظرفیت قلبی‌عروقی در فعالیت بدنی کم‌تحرک، فعالیت بدنی متوسط، فعالیت بدنی شدید به و فعالیت بدنی متوسط تا شدید در گروه DS کمتر بود.	گروه سندرم داون شاهد نتوانست حداقل ۶۰ دقیقه از فعالیت بدنی متوسط روزانه به دست آورد. درگیر شدن زمان بیشتری را در فعالیت بدنی متوسط با آمادگی قلبی تنفسی بیشتر در نوجوانان مبتلا به DS همراه بود.
وی سانگ اوک و همکاران (۲۰۱۵) [۲۱]	تأثیر چاقی و سندرم داون در حداکثر ضربان قلب و ظرفیت هوازی در جوانان و بزرگسالان	۶۵۴ فرد سندرم داون	آزمون تردمیل و از شاخص توده بدنی استفاده شد.	گروه DS نسبت به افراد با و بدون ID حداکثر ضربان قلب کمتری نشان داد. چاقی بر حداکثر ضربان قلب میان بزرگسالان و کودکان با DS تأثیر نمی‌گذارد. حداکثر ظرفیت قلبی‌عروقی در میان افراد با DS در مقایسه با افراد بدون ID کمتر بود.	کاهش حداکثر ظرفیت قلبی‌عروقی و حداکثر ضربان قلب، صرف‌نظر از وضعیت چاقی و گروه سنی افراد سندرم داون است. با این حال چاقی با حداکثر ظرفیت قلبی‌عروقی پایین در تمام بزرگسالان همراه بود، اما در کودکان مبتلا به DS وجود نداشت.
سراک و همکاران (۲۰۱۳) [۱۷]	تأثیر یک دوره برنامه تمرینی منتخب بر عملکرد قلبی‌عروقی بزرگسالان سندرم داون	۸۴ بیماران سندرم داون با بهره هوشی بین ۳۵-۶۹	دوره برنامه منتخب تمرینی ۱۲ هفته‌ای ترکیبی از تمرینات قدرتی، استقامتی، تعادلی و هوازی. قبل و بعد از دوره تمرینی عملکرد قلبی، ۱۶ متغیر به وسیله روش امپدانس کاردیوگرافی با دستگاه کاردیو اسکرین اندازه‌گیری شد.	اعضا نمونه تحقیق در هشت متغیر از ۱۶ متغیر اندازه‌گیری شده دارای مقادیر غیر طبیعی بودند. اما دوره تمرینی منتخب ارائه‌شده در این تحقیق توانست تأثیر معناداری بر بهبود سلامت قلبی‌عروقی با تأکید بر پنج متغیر محتوای مایعات سینه‌ای، برون‌ده قلبی، میانگین فشارخون سرخرگی، مقاومت منظم عروقی و شاخص مقاومت منظم عروقی در گروه آزمایش بگذارد.	با توجه به اینکه هیچ متغیری پس از سه ماه در گروه کنترل تغییر معنادار نکرد. لذا می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که فعالیت ورزشی ترکیبی ارائه‌شده در این تحقیق توانسته است باعث بهبود معنادار عملکرد قلبی‌عروقی این بیماران شود.

جانبی در دو وضعیت با چشمان باز و بسته، افراد سندرم داون با و بدون اطلاعات بینایی نوسانات بیشتری نسبت به افراد سالم در صفحه جانبی و قدامی خلفی داشتند.

**جدول شماره ۵** بازبینی نظام‌مندی از ترکیب بدنی در افراد سندرم داون را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد شیوع بالاتری از اضافه‌وزن در این گروه در مقایسه با جمعیت عمومی وجود دارد. کودکان سندرم داون در مقایسه با جمعیت عمومی، اغلب اضافه‌وزن (۲۵/۵) درصد در مقابل ۱۳/۳ درصد در پسران و ۳۲ درصد در مقابل ۱۴/۹ درصد دختران دارند و چاق (۴/۲) درصد در مقابل ۱/۸ درصد و ۵/۱ درصد در مقابل ۲/۲ درصد هستند. همچنین خمینز و همکاران گزارش کردند ۳۰ درصد از شرکت‌کنندگان کم‌کاری تیروئید، ۲۲/۸ درصد بیماری مادرزادی قلبی و ۵ درصد آسم دارند و نرخ اضافه‌وزن و چاقی به ترتیب ۴۳، ۵۷ و ۶۶ درصد در این افراد است.

### بحث

#### آمادگی جسمانی قلبی عروقی

یکی از دلایل کمتر بودن ظرفیت قلبی عروقی در این افراد می‌تواند ناشی از کمتر بودن توده عضلانی، کمتر بودن قدرت عضلانی، اختلالات تیروئیدی، شلی عضلانی، چاقی بیشتر و یا اختلالات سیستم سمپاتیک در پاسخ به فعالیت ورزشی، سبک زندگی غیرفعال، عادات‌های تغذیه‌ای، کمبود فعالیت‌های تفریحی، فقر هماهنگی حرکتی، چاقی و کمبود انگیزه کافی برای فعالیت‌های بدنی باشد. آمادگی جسمانی قلبی عروقی ضعیف در افراد سندرم داون آن‌ها را در معرض خطر بیشتری در زمینه سلامت مانند دیابت نوع ۲، بیماری‌های قلبی عروقی، پوکی استخوان و چاقی قرار می‌دهد. همچنین می‌تواند توانایی آن‌ها برای انجام کار، فعالیت‌های روزمره زندگی و یا شرکت در فعالیت‌های ورزشی و تفریحی را تحت تأثیر قرار دهد؛ بنابراین برنامه شرکت در برنامه‌های افزایش آمادگی قلبی عروقی برای این افراد ضروری به نظر می‌رسد. برخی تحقیقات نیز نشان داده‌اند تمرینات ورزشی مناسب می‌تواند باعث بهبود سلامت قلب و عروق این افراد شود. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد خستگی زودرس، توقف زود هنگام در فعالیت و محدودیت‌های حرکتی دلیل عدم اثربخشی تمرینات ورزشی در این افراد است.

نتایج چندین تحقیق انجام‌شده در این زمینه نشان داده‌اند توقف زودهنگام فعالیت و خستگی زودرس در این افراد نتیجه اختلالات سیستم عصبی محیطی است. چندین مطالعه دیگر به بررسی تعامل فعالیت‌های ورزش و سیستم هورمونی پرداخته‌اند و این نتایج نشان داده است که افراد سندرم داون هنگام اجرای فعالیت‌های ورزشی با شدت یکسان بین ۷ تا ۱۵ ضربه در دقیقه ضربان قلب کمتری دارند. دلیل این موضوع می‌تواند

چهار معیار جمعیت مورد مطالعه (سندرم داون و ناتوانان هوشی)، حضور یکی از معیارهای آمادگی جسمانی و فعالیت بدنی، اثرات برنامه‌های تمرینی بر فاکتورهای آمادگی جسمانی و فعالیت بدنی استفاده شد. معیارهای ورود به مطالعه شامل افراد مورد مطالعه در گروه سنی جوان و نوجوان بودند، مقالات به زبان انگلیسی یا فارسی بودند، افراد مورد مطالعه افراد ناتوان هوشی سندرم داون بودند، مطالعاتی که به صورت تمام متن به چاپ رسیده بودند و معیارهای خروج از مطالعه مقالاتی که به صورت خلاصه در کنگره‌ها و سمینارها به چاپ رسیده بودند، مقالاتی که به صورت مروری بودند. بر اساس معیارهای بالا ۱۳۰ مقاله استخراج شدند که بر اساس فلوجارت تصویر شماره ۲ تنها ۳۵ مقاله مورد بررسی قرار گرفت (تصویر شماره ۲).

### نتایج

با استفاده از کلمات کلیدی پیش‌گفته ۱۳۵ مقاله به دست آمد. از بین این مقاله‌ها ۳۵ مقاله که دارای معیارهای ورود به مطالعه بودند مورد بررسی قرار گرفتند. خلاصه یافته‌های این مقالات در جداول شماره ۲ تا ۵ آورده شده است. **جدول شماره ۲** بازبینی نظام‌مندی از آمادگی جسمانی قلبی عروقی افراد سندرم داون را نشان می‌دهد.

نتایج نشان می‌دهد حداکثر ظرفیت قلبی عروقی در میان افراد با DS در مقایسه با افراد بدون ID کمتر بوده است. اما یک دوره تمرینی منتخب ارائه‌شده توانست تأثیر معناداری بر بهبود حداکثر جذب اکسیژن و اوج تهویه دقیق‌های و محتوای مایعات سینه‌ای، برون‌ده قلبی، میانگین فشارخون سرخرگی، مقاومت منظم عروقی و شاخص مقاومت منظم عروقی و دیگر پارامترهای قلبی تنفسی بگذارد. همچنین درگیر شدن زمان بیشتری در فعالیت بدنی متوسط با آمادگی قلبی تنفسی بیشتر در نوجوانان مبتلا به DS همراه بوده است. تنها یک مطالعه در سال ۲۰۰۱ گزارش کرده که برنامه تمرینی منتخب (قایقرانی با دوچرخه ثابت) هیچ تغییری معنی‌داری در آمادگی جسمانی قلبی عروقی است این گروه نداده است، اما باعث بهبود استقامت تمرینی و ظرفیت کاری این افراد شده است.

**جدول شماره ۳**، بازبینی نظام‌مندی از تمرینات قدرتی و ترکیبی در افراد با سندرم داون را نشان می‌دهد. نتایج نشان از بهبود قدرت عضلانی اندام تحتانی و تمام گروه‌های عضلانی و همچنین عملکرد قلبی و چابکی در مقایسه با گروه کنترل و بدون عوارض جانبی دارد. همچنین مداخله تمرینات مقاومتی پیش‌رونده برای افراد مبتلا به DS باعث بهبود قدرت پا و ایجاد توانایی بالا رفتن از پله شده است.

**جدول شماره ۴** بازبینی نظام‌مندی از کنترل پاسچر (تعادل ایستا و پویا) در افراد سندرم داون را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد افراد مبتلا به سندرم داون کنترل پاسچر بی‌ثباتی نسبت به گروه کنترل و افزایش نوسان در هر دو جهت قدامی - خلفی و در جهت داخلی - جانبی دارند. همچنین در بررسی قدامی و



جدول ۳. بازبینی نظام‌مند تمرینات قدرتی و ترکیبی در افراد سندرم داون

محققان	عنوان تحقیق	تعداد آزمودنی‌ها	روش اندازه‌گیری	خلاصه نتایج	تفسیر
لوئیز و همکاران (۲۰۰۵) [۱۳۱]	اثرات تمرینات منتخب هوازی و قدرتی در یک کودک مبتلا به سندرم داون	مطالعه موردی، یک دختر ۱۰/۵ ساله مبتلا به سندرم داون	متغیرهای قلبی عروقی، قدرت، ترکیب بدنی، انعطاف‌پذیری و مهارت است. سی تا شصت دقیقه از تمرینات متوسط با شدت بالا پنج تا شش روز در هفته به مدت شش هفته.	بهبود در ضربان قلب و تنفس زیر بیشینه، عملکرد هوازی، قدرت عضلانی و استقامت، مهارت‌های حرکتی درشت، و توان بی‌هوازی. وزن بدن و انعطاف‌پذیری بدون تغییر بودند.	با یک برنامه ترکیبی هوازی و قدرتی عملکرد قلبی بهبود یافت.
شیلدر و همکاران (۲۰۱۰) [۱۳۲]	برنامه‌های تمرینی مقاومت پیش‌رونده قدرت عضلانی اندام تحتانی در نوجوانان مبتلا به سندرم داون را افزایش می‌دهد	۲۳ نوجوانان مبتلا به سندرم داون	شامل شش تمرین با استفاده از دستگاه‌های بدن‌سازی دو بار در هفته به مدت ده هفته انجام می‌شود. سه ست با دوازده تکرار.	بهبود قدرت عضلانی اندام تحتانی در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد. بدون عوارض جانبی ثبت شد.	تمرینات مقاومتی پیش‌رونده یک گزینه از تمرینات امکان‌پذیر و امن است که می‌تواند قدرت عضلانی اندام تحتانی در نوجوانان مبتلا به سندرم داون را بهبود بخشد.
کوالی و همکاران (۲۰۱۱) [۱۳۳]	اثر تمرینات مقاومتی پیش‌رونده بر قدرت پا، ظرفیت هوازی و عملکردی روزمره زندگی افراد مبتلا به سندرم داون	سی نفر مبتلا به سندرم داون	گروه آزمایش تمرینات مقاومتی دو روز در هفته به مدت ده هفته داشتند. برای اندازه‌گیری اکستانسور زانو و اوج فلکسور گشتاور، ایزومتریک و ایزوکتیک استفاده شد. ظرفیت هوازی بیشینه و عملکرد روزمره با استفاده از سندلی، راه رفتن و بالا و پایین رفتن از پله انجام شد.	افراد DS با دریافت مداخله ایزوکتیک اکستانسور زانو و اوج فلکسور گشتاور و ایزومتریک اکستانسور زانو حداکثر گشتاور خود را در زاویه ۴۵، ۶۰ و ۷۵ درجه افزایش یافت. علاوه بر این، زمان صعود و فرود از پله‌ها به طور قابل توجهی در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل کاهش یافت.	مداخله تمرینات مقاومتی پیش‌رونده برای افراد مبتلا به DS به منظور بهبود قدرت پا و توانایی پله بالا رفتن مؤثر است.
کاپتا و همکاران (۲۰۱۱) [۱۳۴]	اثر تمرینات قدرتی و تعادلی در کودکان مبتلا به سندرم داون: مطالعه کنترل‌شده تصادفی	۲۳ نفر در گروه آزمایش و کنترل قرار گرفتند	گروه آزمایش (۱۲ نفر) تمرینات تعادلی و مقاومتی پیش‌رونده به مدت شش هفته برای اندام تحتانی. دینامومتر دستی برای اندازه‌گیری قدرت عضلانی اندام تحتانی استفاده شد. تعادل با Bruininks و Oseretsky اندازه‌گیری شد.	در گروه آزمایش بهبود آماری معنی‌دار بود و نتایج قدرت اندام تحتانی در همه گروه‌های عضلانی را نشان داد. تعادل کودکان نیز به طور قابل توجهی با بهبود نمرات خرده‌مقیاس تعادل ۱۹/۵ در گروه آزمایش نسبت به ۹/۰۰ در گروه کنترل، بهبود یافته است.	برنامه‌های تمرینی ویژه ممکن است قدرت و تعادل کودکان مبتلا به سندرم داون را بهبود ببخشد.
چنگ لین و همکاران (۲۰۱۲) [۱۳۵]	تمرینات قدرتی و چابکی در نوجوانان مبتلا به سندرم داون: مطالعه کنترل‌شده تصادفی	۹۲ نوجوانان سندرم داون	برنامه‌های تمرینی متشکل ترمیل پنج دقیقه و بیست دقیقه فعالیت. سه بار در هفته به مدت شش هفته. دینامومتر دستی برای اندازه‌گیری قدرت عضلات اندام تحتانی و عملکرد چابکی توسط Bruininks-Oseretsky.	در گروه تمرینی پیشرفت‌های قابل توجهی در چابکی و قدرت عضلانی در همه گروه عضلانی موردبررسی در مقایسه با گروه کنترل بعد از مداخله شش هفته مشاهده شد. گروه‌های عضلانی زانو از جمله فلکسور و اکستانسور بزرگ‌ترین دستاوردهای میان تمام عضلات را اندازه‌گیری کرده بود.	برنامه‌های تمرینی کوتاه‌مدت مورد استفاده در این مطالعه قادر به بهبود قدرت عضلانی و چابکی نوجوانان با DS می‌شود.

جدول ۴. بازیابی نظام‌مند کنترل پاسچر در افراد سندرم داون

محققان	عنوان تحقیق	تعداد آزمودنی‌ها	روش	خلاصه نتایج	تفسیر
هاو اینگ و همکاران (۲۰۱۵) [۸۸]	کنترل پاسچر ایستاده در کودکان مبتلا به سندرم داون	۱۴ کودکان سندرم داون و سالم	عملکرد در سه مرحله اصلی با استفاده از داده‌های صفحه نیرو و یک سیستم ضبط حرکت مورد بررسی قرار گرفت.	کودکان مبتلا به DS تمایل به استفاده از استراتژی‌های ناکارآمد و محافظه‌کار برای ثبات پاسچر دارند. انجام دسترسی ایستاده با افزایش واکنش و زمان اجرا و کاهش دامنه جابه‌جایی مرکز فشار همراه است.	عملکرد در دسترس ایستاده شبیه تعادل عملکردی در فعالیت‌های روزانه مورد نیاز است. پیشنهاد می‌شود به عنوان بخشی از برنامه‌های قدرت، تمرینات تعادل با سختی درجه‌بندی شده در نظر گرفته شود.
کالی و همکاران (۲۰۰۸) [۷۸]	کنترل پاسچر در بیماران مبتلا به سندرم داون	شصت جوانان مبتلا به سندرم داون و ۱۰ فرد سالم ارزیابی شدند	داده جنبشی از صفحه نیرو نیروهای واکنش زمین و مرکز فشرده (COP) هم در حوزۀ داخلی جانی تأیید شده است. در این افراد هیچ تغییری بین چشمان باز و بسته گزارش نشد.	بیماران مبتلا به سندرم داون دارای کنترل پاسچر بی‌ثبات هستند. در حوزۀ فرکانس برای افراد سندرم داون نسبت به گروه کنترل افزایش نوسان فرکانس هر دو جهت قدامی - خلفی و داخلی - جانبی دیده شد. در تجزیه و تحلیل، حوزۀ زمان فقط برای جهت داخلی جانی تأیید شده است. در این افراد هیچ تغییری بین چشمان باز و بسته گزارش نشد.	نقص‌های در سیستم کنترل پاسچر افراد سندرم داون ممکن است یک توضیح جزئی برای مشکلات عملکرد تعادلی باشد که در این افراد شایع است.
ریگولدی و همکاران (۲۰۱۱) [۶۱]	کنترل پاسچر در کودکان و نوجوانان و بزرگسالان با سندرم داون	آنالیز کنترل پاسچر در سه گروه	آنالیز تغییرات مرکز فشار در دو بعد زمان و تکرار در طول موقعیت ایستادن در سه گروه انجام شد.	در آنالیز بعد زمانی، دامنه حرکتی COP در جهت داخلی - جانبی در هر دو گروه مورد بررسی (پاتولوژی و کنترل) کاهش داشت که نشان‌دهنده رشد استراتژی‌ها در آنان است، اما آنالیز بعد تکرار نشان می‌دهد تعداد تکرار بیشتری از حرکات در جهت داخلی - جانبی در گروه جوانان سندرم داون در برابر گروه کنترل جوان وجود دارد.	نوسانات بیشتر افراد سندرم داون برای غلبه بر فقدان تعادل به علت کاهش تونیسیتۀ عضلانی و شلی لیگامنتی است، در حالی که گروه کنترل با استفاده از رشد راهبردهای مختلف، به دنبال بهبود کارایی در کنترل پاسچر هستند.
مفتی و همکاران (۲۰۰۹) [۸۰]	بررسی تعادل ایستا در کودکان و جوانان سندرم داون	یازده فرد سندرم داون و چهارده فرد نرمال	برای ارزیابی تعادل ایستا و تأثیر اطلاعات بینایی از بیوفوتوگرافی کامپیوتری استفاده شد.	در بررسی قدامی و جانبی در دو وضعیت با چشمان باز و بسته، افراد سندرم داون با و بدون اطلاعات بینایی نوسانات بیشتری نسبت به افراد سالم در صفحه جانبی و قدامی خلفی داشتند.	-
رحمانی و همکاران (۲۰۱۲) [۸۱]	بررسی تعادل ایستا و پویا در عقب‌ماندگان ذهنی با و بدون سندرم	سی دانش آموز دختر عقب‌مانده ذهنی با سندرم داون	برای ارزیابی تعادل از تست اصلاح‌شده لک‌لک و راه رفتن پاشنه به پنجه استفاده شد.	اختلاف معنی‌داری بین تعادل ایستا و پویا در دو گروه وجود دارد. همچنین بین تعادل ایستا و پویا با IQ و سن در مبتلایان به سندرم داون رابطه معنی‌داری وجود داشت.	مبتلایان سطح پایین‌تری از رشد کینتیکی دارند که به نظر می‌رسد موجب ضعف تعادل در آن‌ها می‌شود.

## مجله بیومکانیک ورزشی

جدول ۵. بازیابی نظام‌مند وضعیت ترکیب بدنی در افراد سندرم داون

محققان	عنوان تحقیق	تعداد آزمودنی‌ها	روش	خلاصه نتایج	تفسیر
فوری و همکاران (۲۰۰۶) [۳۱]	بررسی ارتباط بین شاخص توده بدن، آمادگی جسمانی و مهارت‌های حرکتی در افراد کم‌توان ذهنی خفیف	۴۴۴ فرد در دامنه سنی شش تا هجده سال	آمادگی جسمانی با شش دقیقه راه رفتن (شش تا هشت سال) و نه دقیقه راه رفتن (نه تا هجده سال)، دراز و نشست، شنای ایرومتریک و ضخامت زیرجلدی ارزیابی شد.	۲۰ درصد افراد در گروه چاق قرار گرفتند. در مجموع چاقی و اضافه‌وزن با آمادگی هوازی و قدرت عضلانی مرتبط بود، اما بین شاخص توده بدنی با استقامت و انعطاف‌پذیری یا مهارت حرکتی ارتباط معنادار نبوده است.	چاقی باعث کاهش آمادگی هوازی و قدرت عضلانی افراد سندرم داون می‌شود.

محققان	عنوان تحقیق	تعداد آزمودنی‌ها	روش	خلاصه نتایج	تفسیر
رحمانی و همکاران (۲۰۱۳) [۱۸]	بررسی ارتباط ناهنجاری‌های ستون فقرات با انعطاف‌پذیری و شاخص توده بدنی در دختران سندرم داون	پنجاه دانش آموز دختر سندرم داون	برای ارزیابی انعطاف‌پذیری از آزمون خمش و رزش استفاده شد. سپس شاخص توده بدنی اندازه‌گیری شد.	ارتباط معنی‌داری بین شاخص توده بدنی با لوردوز یا افزایش قوس کمری وجود داشت، اما ارتباط معنی‌داری بین انعطاف‌پذیری با هیچ‌یک از ناهنجاری‌های ستون فقرات گزارش نشد.	برنامه‌های بهبود آمادگی جسمانی و برنامه‌های کنترل وزن و کاهش چاقی باید برای این افراد در مرکز توجه باشد.
استیفن و همکاران (۱۹۹۸) [۱۹]	شیوع اضافه‌وزن در افراد سندرم داون	۲۸۳ فرد مبتلا به سندرم داون	شاخص توده بدنی	شیوع بالاتری از اضافه‌وزن در این گروه در مقایسه با جمعیت عمومی وجود داشت.	شیوع اضافه‌وزن در افراد مبتلا به سندرم داون یک نگرانی عمده بهداشت عمومی است که مورد توجه بسیاری از محققان، پزشکان و اعضای خانواده است.
خمیز و همکاران (۲۰۱۵) [۲۰]	میزان بالای اضافه‌وزن و چاقی در کودکان مبتلا به سندرم داون	۷۹ دانش‌آموزان با سندرم داون بین سنین شش تا هجده سال	شاخص توده بدنی	۳۰ درصد از شرکت‌کنندگان کم‌کاری تیروئید، ۲۲/۸ درصد بیماری مادرزادی قلبی و ۵ درصد آسم است. نرخ اضافه‌وزن و چاقی به ترتیب ۴۳، ۵۷ و ۶۶ درصد	میزان بالایی از اضافه‌وزن و چاقی در این گروه دیده شد.
وان گلرین و همکاران (۲۰۱۲) [۲۱]	شیوع اضافه‌وزن در کودکان مبتلا به سندرم داون	۱۵۹۶ نفر	وزن و BMI مراجع یا استفاده از روش LMS	کودکان مبتلا سندرم داون در مقایسه با جمعیت عمومی کودکان اغلب اضافه‌وزن (۲۵/۵) درصد در مقابل ۱۳/۳ درصد در پسران و ۳۲ درصد در مقابل ۱۴٫۹ درصد دختران) داشتند و چاقی (۴/۲) درصد در مقابل ۱/۸ درصد و ۵/۱ درصد در مقابل ۲/۲ درصد) بودند.	متخصصان سلامت باید از خطر ابتلا به اضافه‌وزن و چاقی در کودکان مبتلا به DS برای جلوگیری از عوارض آگاه باشند.

### مجله بیومکانیک ورزشی

پا ممکن است یک عامل مهم در حداکثر اکسیژن مصرفی در افراد کم‌توان ذهنی باشد. در حال حاضر برای بهبود وضعیت قلبی‌عروقی این افراد عمدتاً از عمل جراحی استفاده می‌شود. البته نتایج تحقیقات مختلف نشان داده است که تمرینات ورزشی مناسب نیز می‌تواند باعث بهبود سلامت قلب و عروق این افراد شود. گیاه‌گرداکی و همکارانش نشان دادند افراد سندرم داون دارای اختلال در سیستم عصبی خودکار قلب هستند که این مشکل با انجام تمرینات ورزشی مناسب بهبود معنی‌داری می‌یابد. تمرینات ورزشی می‌تواند باعث تنظیمات عصب واگ و بهبود عملکرد سمپاتیک واگی در افراد سندرم داون شود تا عملکرد واگی به سطوح نزدیک به افراد سالم برسد و تنظیمات خودکار قلبی در این افراد بهبود یابد [۳۶].

### تمرینات هوازی

آندریولو و دیگران پس از مرور کلیه تحقیقات انجام‌شده در خصوص تأثیر تمرینات هوازی روی افراد با سندرم داون گزارش کردند که مدارک کافی وجود ندارد که تمرینات هوازی بتواند

عدم کاتکولامین‌ها (اپی نفرین و نوراپی نفرین) در فعالیت‌های ورزشی شدید باشد که توضیح‌دهنده عدم افزایش ضربان قلب در تمرینات ورزشی شدید است. مطالعات تحقیقی نشان داده‌اند که کورتیزول نیز در افراد سندرم داون به صورت معنی‌داری کمتر از افراد سالم است. هر قدر میزان ناتوانی و ناتوانی هوشی فرد بیشتر باشد آمادگی قلبی‌عروقی فرد بیشتر مشاهده می‌شود؛ بنابراین حضور در برنامه‌های افزایش آمادگی قلبی‌عروقی برای این افراد می‌تواند بسیار مهم و مؤثر باشد.

### تأثیر تمرینات ورزشی بر بهبود ضربان قلب

نتایج پاستور و همکارانش نشان داد ظرفیت تمرین، حداکثر ضربان قلب و فشار خون در این افراد پایین است [۳۵]. همچنین بین رکوردهای به‌دست‌آمده با زمان تمرین و سن ارتباط معنی‌داری وجود داشت، اما با IQ ارتباطی مشاهده نشد. پتیتی و بونه نشان دادند ارتباط معنی‌دار و مثبتی بین آمادگی قلبی‌عروقی و قدرت عضلانی پا وجود دارد. اما این ارتباط در بین افراد سندرم داون بیشتر بود. نتایج این مطالعه نشان داد قدرت

باعث بهبود وضعیت سلامت جسمی و روانی بچه‌های سندرم داون شود. اما برخی شواهد نشان می‌دهند برخی جنبه‌های فیزیولوژیکی یا روان‌شناختی با استفاده از برنامه‌های تمرین ترکیبی بهبود پیدا می‌کنند و البته این پژوهشگران اظهار داشته‌اند که برای روشن شدن این موضوع نیاز به تحقیقات بیشتری است [۳۷]. نتایج تحقیق زامبرانو و همکاران روی افراد با سندرم داون نشان داد فعالیت‌های بدنی هوازی می‌توانند به عنوان راهی برای کاهش استرس اکسیداتیو در این اشخاص عمل کنند. وان پراگ و دیگران نیز در تحقیق خود نتیجه گرفتند که دویدن باعث افزایش فرایند تولید نرون در شکنج دندانه‌دار هیپوکمپ و بهبود فرایند یادگیری می‌شود [۳۸]. هیلمن و دیگران نیز با مرور ادبیات تحقیقی نشان دادند که تمرینات هوازی می‌تواند باعث بهبود برخی جنبه‌های شناختی و عملکردی شوند [۳۹].

### تمرینات قدرتی و تمرینات ترکیبی در افراد با سندرم داون

از جمله مهم‌ترین نوع تمرینات مورد استفاده برای افراد با سندرم داون تمرینات قدرتی است که از جنبه‌های بسیار زیادی برای افراد با سندرم داون مفید است. نتایج تحقیقات انجام شده نشان داده‌اند که اجرای تمرینات قدرتی و قدرتی پیش‌رونده باعث ایجاد بهبود قدرت معنی‌داری در عضلات بدن [۴۰-۴۲]، افزایش توده عضلانی و کاهش وزن بدن [۴۲]، بهبود وظایف عملکردی و بهبود ظرفیت هوازی بیشینه [۴۰] در افراد با سندرم داون می‌شود [۴۴]. همچنین تحقیقات نشان دادند تمرینات با وزنه در مقایسه با تمرینات بدون وزنه به صورت کاملاً معنی‌داری به پیشرفت بیشتری در عملکرد قدرتی در افراد با سندرم داون منجر می‌شود. چند محقق نیز نشان دادند که تمرینات پلايومتریک و پرش‌ها می‌توانند باعث افزایش توده عضلانی [۴۳]، بهبود تعادل پویا و وضعیت راه رفتن [۴۵، ۴۶] و افزایش قدرت عضلانی [۴۶] در افراد سندرم داون شوند. از جمله بهترین نوع تمرینات قدرتی فعالیت‌های مرتبط با قدرت عضلانی در زندگی روزمره است.

برخی پژوهشگران تأثیرات مثبت تمرینات قدرتی را برای اجرای کارهای روزمره در جامعه نشان دادند [۴۰، ۱۵]. با توجه به اینکه افراد با سندرم داون دارای مشکلات متعددی در خصوصیات بدنی و مهارت‌های روانی حرکتی هستند، پژوهشگران اقدام به ترکیب چند شیوه تمرینی با یکدیگر کرده‌اند که عمدتاً در این تمرینات ترکیبی تمرینات قدرتی تمرینات غالب هستند. پژوهشگران نشان داده‌اند که تمرینات قدرتی و تعادلی باعث بهبود توانایی‌های بدنی و جنبشی و سلامت و کیفیت زندگی [۴۱] در افراد با سندرم داون می‌شوند. البته برخی پژوهشگران نیز دریافته‌اند که تمرینات ترکیبی (قدرتی و تعادلی) بهتر از تمرینات مجزا می‌توانند باعث بهبود حس عمقی و تعادل و قدرت در افراد با سندرم داون شوند [۲۶].

همچنین چنانچه تمرینات قدرتی با تمرینات چابکی همراه باشد باعث افزایش قدرت و چابکی [۴۷، ۲۶] می‌شود و اگر

یکی از فواید تمرینات قدرتی برای افراد سندرم داون آماده کردن این افراد برای فعالیت در جامعه است [۴۸]. شیلدز و همکارانش از دو روز تمرین قدرتی با استفاده از دستگاه بدن‌سازی نتیجه گرفتند که این نوع تمرینات توانایی عملکرد بهتری را برای اجرای کارهای روزمره در جامعه ایجاد می‌کند. همچنین این شیوه تمرینی باعث بهبود معنی‌داری در استقامت و قدرت عضلانی می‌شود [۱۵]. آندریولو و همکارانش پس از مرور کلیه تحقیقات انجام شده در این زمینه نتیجه گرفتند مدارک کافی وجود ندارد که تمرینات هوازی به‌تنهایی بتواند باعث بهبود وضعیت سلامت جسمی و روانی بچه‌های سندرم داون شود، ولی برخی شواهد نشان می‌دهند برخی جنبه‌های فیزیولوژیکی یا روان‌شناختی با استفاده از برنامه‌های تمرین ترکیبی بهبود پیدا می‌کنند [۳۷]؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ترکیبی از این نوع تمرینات (تعادلی، قدرتی، هوازی و استقامتی) بهتر از تک‌تک این نوع تمرینات برای افراد سندرم داون است [۴۹].

برخی تحقیقات بهبود معنی‌دار استقامت عضلانی افراد با سندرم داون را نیز در نتیجه اجرای برنامه‌های تمرینی استقامتی گزارش کرده‌اند. استقامت عضلانی از جمله فاکتورهایی است که تقویت آن کمک شایانی برای انجام فعالیت‌های روزانه و ورزشی به افراد با سندرم داون می‌کند [۱۵]. تایج فرنهال و پتتی نشان داد قدرت با هر دو آزمون استقامتی در ارتباط است، ولی با کنترل حداکثر ظرفیت هوازی، سایز بدن و جنسیت، قدرت ارتباط معنی‌دارتری با آزمون ۶۰۰ یارد دویدن نسبت به ۲۰ متر گام‌زنی دارد. جنسیت عامل مؤثر در این ارتباط نبود؛ بنابراین قدرت پا تأثیر معنی‌داری در استقامت دویدن در افراد کم‌توان ذهنی خفیف تا متوسط دارد [۵۰].

### تعادل و کنترل پاسچر

تعادل از عوامل آمادگی جسمانی مرتبط با سلامت نیست، اما چون یکی از توانایی‌های افراد سندرم داون است که اختلالات

از تجارب محیطی و برنامه‌های تمرینی در افراد مبتلا به سندرم داون ممکن است پاسخی برای اغتشاشات تعادل باشد [۴، ۱۰].

### ترکیب بدنی

در تحقیقات مختلف، کودکان مبتلا به سندرم داون را افرادی غیرفعال توصیف کرده‌اند که بیشتر وقت خود را در خانه سپری می‌کنند. نتایج بررسی‌ها نشان داده است تفاوت معناداری در متغیر شاخص توده بدنی بین کودکان مبتلا به سندرم داون و دیگر هم‌تایان سالم آن‌ها وجود ندارد؛ اما زمانی که تحقیقات درباره بزرگسالان انجام شد، نتایج آن‌ها چنین بود: میزان شاخص توده بدنی و درصد چربی بدن در مبتلایان به سندرم داون نسبت به افراد سالم بیشتر بود. همچنین محققین در این خصوص نشان داده‌اند در کل، توده عضلانی در زن و مرد مبتلا به سندرم داون کمتر از هم‌تایان سالمشان است [۱۶]. نتایج تحقیقات متعدد در خصوص ترکیب بدنی و چاقی و درصد چربی بدن این افراد نشان داده است میزان فعالیت بدنی مبتلایان به سندرم داون کمتر از دیگر افراد است؛ بنابراین بیشتر از افراد هم‌سن خود، به اضافه وزن و چاقی دچار می‌شوند و مستعد داشتن نمره بالاتری در متغیر شاخص توده بدنی هستند [۵۵-۵۲].

زمان شروع اضافه‌وزن این افراد، عمدتاً اوایل کودکی است. کودکانی که در خانه زندگی می‌کنند، کمتر از کودکان سندرم داونی

بیشتری دارد، در این تحقیق نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. افراد سندرم داون فقط چند ثانیه می‌توانند تعادل را در یک‌پا حفظ کنند و اغلب آن‌ها قادر به حفظ تعادل با چشمان بسته نیستند. در حالی که تعادل در فعالیت‌های روزمره از قبیل راه رفتن، بالا و پایین رفتن از پله و همچنین حفظ تحرک و جلوگیری از افتادن لازم است [۵۱]. کاهش تونسیسته عضلاتی و شلی مفصلی پدیده مشترک در افراد مبتلا به سندرم داون است. در مبتلایان به سندرم داون به دلیل عملکرد برخی از فاکتورها مانند تعداد فیبرهای عضلانی یا درصد کمتر فیبرهای کند انقباض، قدرت کمتر از افراد معمولی و کم‌توانان ذهنی بدون سندرم داون است. این ضعف عضلانی در اندام تحتانی و تعادل ضعیف در ایستادن، خطر افتادن در این افراد را افزایش می‌دهد [۴، ۱۰].

در چندین مطالعه تأثیر مثبت برنامه‌های تمرینی راه رفتن در افزایش قدرت، استقامت عضلانی و تعادل در افراد پیر با سندرم داون نشان داده شده است. بهبود در قدرت و تعادل بعد از برنامه راه رفتن ممکن است تأثیر مثبت در افزایش اعتمادبه‌نفس و کاهش یا کند شدن روند بیماری‌های مرتبط به سن، کاهش خطر افتادن و تشویق افراد سندرم داون برای شرکت در فعالیت‌های اجتماعی و تفریحی داشته باشد. مبتلایان به سندرم داون سطح پایین‌تری از رشد کینیتیکی در مقایسه با افراد طبیعی در ارتباط با پاسچر، کنترل کینیتیکی و به‌ویژه توانایی تعادل دارند [۳]. تأخیر بلوغ مخچه، ارتباط سایز کوچک مخچه و ساقه مغز و عدم برخورداری

جدول ۶ خلاصه نتایج آمادگی جسمانی در افراد سندرم داون

ویژگی‌ها	توضیحات
حداکثر ظرفیت هوازی پایین / زمان خستگی پایین حداکثر ضربان قلب پایین	
ظرفیت هوازی بیشینه تقریباً پس از شانزده سال تغییر معنی‌داری نداشت اختلالات اتونومیک یک عامل اساسی مربوط به کاهش آمادگی جسمانی است آزمون‌های میدانی تا حدود زیادی با آزمون‌های آزمایشگاهی مطابقت دارد پاسخ به تمرین استقامتی هوازی، به‌خصوص با پیشرفت در ظرفیت کاری	قلبی-عروقی
قدرت پایین در مقایسه با افراد بدون کم‌توانی ذهنی تمرینات مقاومتی برای بهبود قدرت عضلانی مفید است بهبود قدرت پا به نظر نمی‌رسد باعث بهبود ظرفیت هوازی شود	قدرت عضلانی
تعادل ایستای کمتر در مقایسه با افراد کم‌توان ذهنی و بدوم کم‌توانی ذهنی تعادل پویای کمتر در مقایسه با افراد کم‌توان ذهنی و بدوم کم‌توانی ذهنی پاسخ به تمرینات تعادلی و بهبود در کنترل پاسچر	کنترل پاسچر
دارای اضافه‌وزن و چاقی علت میزان بالایی از اضافه‌وزن / چاقی، چندعاملی است (فیزیولوژیک، اجتماعی، زیست‌محیطی، روانی و غیره) مطالعات نشان می‌دهد تمرین ورزشی به‌تنهایی هیچ بهبودی در ترکیب بدن نداشته و به احتمال زیاد به علت عدم کنترل رژیم غذایی است	ترکیب بدنی



### حامی مالی

این تحقیق هیچ کمک مالی خاصی از سازمان‌های عمومی یا خصوصی دریافت نکرده است.

### مشارکت نویسندگان

مفهوم‌سازی، روش‌شناسی و نظارت: تمامی نویسندگان؛ بررسی و نوشتن پیش‌نویس اصلی و منابع: سعید بحیرایی و رحمان امیری؛ مرور و بررسی و ویرایش: حسن دانشمندی.

### تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله نویسندگان از مسئولین پژوهشی و آموزشی دانشگاه گیلان و دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی تشکر و قدردانی می‌کنند.

که در مؤسسه زندگی می‌کنند، در متغیر وزن متفاوت هستند [۵۶]. این تفاوت‌ها می‌تواند ناشی از رژیم غذایی و فعالیت بدنی متفاوت در این دو محیط باشد. در واقع، اضافه‌وزن و چاقی از نگرانی‌های جدید در خصوص مبتلایان به سندرم داون است؛ زیرا برخی مطالعات درباره این افراد نشان داده است که ۳۵ تا ۵۰ درصد آن‌ها چاق هستند. مردان با بیش از ۲۵ درصد چربی بدن و زنان با بیش از ۳۵ درصد چربی بدن، افراد چاق در نظر گرفته می‌شوند [۵۲].

از دلایل عمده اضافه‌وزن در مبتلایان به سندرم داون، سبک زندگی غیرفعال آن‌هاست، البته به دلیل اینکه این افراد توانایی حضور در فعالیت‌ها و برنامه‌های ارتقای سلامت را ندارند در این خصوص، موانع بسیاری پیش‌روی آن‌هاست. برخی از این موانع و مشکلات عبارت‌اند از بالا بودن هزینه حضور در این برنامه‌ها، محدودیت در دسترسی به اماکن تفریحی و ورزشی، مشکل حمل‌ونقل و یافتن افراد مناسب برای توضیح و آموزش دادن تمرینات؛ بنابراین توسعه فعالیت‌های بدنی برای مدیریت چاقی در جوانان مبتلا به سندرم داون، لازم است. درحقیقت، فواید فعالیت بدنی همراه با رژیم غذایی در این افراد به کاهش خطر بیماری قلبی‌عروقی، کاهش اختلالات متابولیکی، کاهش خطر ابتلا به دیابت، کاهش خطر ابتلا به فشارخون بالا منجر می‌شود.

### نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به نتایج تحقیقات مختلف، کودکان و نوجوانان مبتلا به سندرم داون در خصوص عوامل آمادگی جسمانی مرتبط با سلامتی، جمعیت منحصربه‌فردی هستند و ترکیب بدنی مبتلایان به سندرم داون در مقایسه به هم‌تایان سالم خود، در وضعیت بدتری قرار دارد. شاخص توده بدنی بیشتر و کمتر بودن توده بدون چربی و کمتر بودن چگالی استخوانی از ویژگی‌های این افراد است. همچنین این افراد، در مقایسه با افراد سالم، میزان کمتر قدرت عضلانی و ظرفیت قلبی‌عروقی دارند که این عوامل کاهش کیفیت زندگی آنان را به دنبال دارد. اطلاعات علمی در خصوص جوانان مبتلا به سندرم داون بسیار محدود است؛ ولی شواهد نشان می‌دهد این افراد از فعالیت بدنی، فواید چشمگیری نصیبشان می‌شود. خط مشی تحقیقات آینده درباره این افراد باید بررسی تأثیر تمرین‌های ترکیبی بر آمادگی جسمانی، ترکیب بدنی، سلامت و کیفیت زندگی، آزمون‌های قدرت و پروتکل‌های تمرینی، روش‌هایی برای تعیین سطح فعالیت‌های فیزیکی و مداخلات عملی برای افزایش فعالیت‌های فیزیکی آنان باشد (جدول شماره ۶).

### ملاحظات اخلاقی

#### پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مقاله از نوع مروری است و نمونه انسانی و حیوانی نداشته است.

## References

- [1] Bahiraei S, Daneshmandi H. [The Study of relationship between structural profiles and postural control in individual with Down syndrome (Persian)]. *JPSBS*. 2014; 2(4):21-32. [DOI: 10.22077/JPSBS.2014.19]
- [2] Rahmani P, Shahrokhi H, Daneshmandi H. [The investigation of spinal abnormalities & balance and relation between them in patients with Down Syndrome (Persian)]. *MRJ*. 2014; 8(4):63-9. <http://mrj.tums.ac.ir/article-1-5175-en.html>
- [3] Rahmani P SH. [The study of static and dynamic balance in mentally retarded female students with and without Down Syndrome (DS) (Persian)]. *JESM*. 2011; 2(2):97-113. [https://jsmed.ut.ac.ir/article\\_24147.html](https://jsmed.ut.ac.ir/article_24147.html)
- [4] Bahiraei S, Daneshmandi H, Karimi N. The relationship between alignment of upper limb and postural control in adolescents with Down Syndrome. *Med Sport*. 2014; 10(2):2322-9.
- [5] Daneshmandi H, Bahiraei S, karimi N, babakhani M. [Epidemiology of malalignment Head, Neck, Shoulders and Spine in individuals with Down Syndrome (Persian)]. *PTJ*. 2013; 2(2):81-9. <http://ptj.uswr.ac.ir/article-1-103-en.html>
- [6] Farin Soleimani ZM. Down Syndrome: Modern methods in care and treatment(1). 2ed. Tehran: University of Rehabilitation Sciences and Social Welfare; 2011.
- [7] Torr J, Strydom A, Patti P, Jokinen N. Aging in Down Syndrome: Morbidity and mortality. *J Policy Pract Intellect Disabil*. 2010; 7(1):70-81. [DOI:10.1111/j.1741-1130.2010.00249.x]
- [8] Sarlak Z, Kashi A, Shariati Junaid M., the selected training program on cardiac function in adults with Down Syndrome. *Sport Physiology*. 2013; 5(19):15-32. [https://spj.ssrc.ac.ir/article\\_55.html](https://spj.ssrc.ac.ir/article_55.html)
- [9] Temple VA, Frey GC, Stanish HI. Physical activity of adults with mental retardation: Review and research needs. *Am J Health Promot*. 2006; 21(1):2-12. [DOI:10.4278/0890-1171-21.1.2] [PMID]
- [10] Looper J, Ulrich DA. Effect of treadmill training and supramalleolar orthosis use on motor skill development in infants with Down syndrome: a randomized clinical trial. *Phys Ther*. 2010; 90(3):382-90. [DOI:10.2522/ptj.20090021] [PMID]
- [11] Whitt-Glover MC, O'Neill KL, Stettler N. Physical activity patterns in children with and without Down Syndrome. *Pediatr Rehabil*. 2006; 9(2):158-64. [DOI:10.1080/136638490500353202] [PMID]
- [12] Esposito PE, MacDonald M, Hornyak JE, Ulrich DA. Physical activity patterns of youth with Down Syndrome. *Intellect Dev Disabil*. 2012; 50(2):109-19. [DOI:10.1352/1934-9556-50.2.109] [PMID]
- [13] Shields N, Dodd KJ, Ablitt C. Do children with Down syndrome perform sufficient physical activity to maintain good health? A pilot study. *Adapt Phys Activ Q*. 2009; 26(4):307-20. [DOI:10.1123/apaq.26.4.307] [PMID]
- [14] American College of Sports Medicine. ACSM's health-related physical fitness assessment. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2013. <https://shop.lww.com/ACSM-s-Health-Related-Physical-Fitness-Assessment/p/9781496338808>
- [15] Shields N, Taylor NF, Dodd KJ. Effects of a community-based progressive resistance training program on muscle performance and physical function in adults with Down Syndrome: A randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008; 89(7):1215-20. [DOI:10.1016/j.apmr.2007.11.056] [PMID]
- [16] González-Agüero A, Vicente-Rodríguez G, Moreno LA, Guerra-Balic M, Ara I, Casajús JA. Health-related physical fitness in children and adolescents with Down Syndrome and response to training. *Scand J Med Sci Sports*. 2010; 20(5):716-24. [DOI:10.1111/j.1600-0838.2010.01120.x] [PMID]
- [17] Fernhall B, Pitetti KH, Rimmer JH, McCUBBIN JA, Rintala P, Millar AL, et al. Cardiorespiratory capacity of individuals with mental retardation including Down syndrome. *Med Sci Sports Exerc*. 1996; 28(3):366-71. [DOI:10.1097/00005768-199603000-00012] [PMID]
- [18] Varela AM, Bettencount Sardinha L, Pitetti KH. Effects of an aerobic rowing training regimen in young adults with Down Syndrome. *Am J Ment Retard*. 2001; 106(2):135-44. [DOI:10.1352/0895-8017(2001)106:0.CO;2]
- [19] González-Agüero A, Gómez-Cabello A, Matute-Llorente A, Gómez-Bruton A, Vicente-Rodríguez G, Casajús JA. Effects of a circuit training including plyometric jumps on cardiorespiratory fitness of children and adolescents with Down Syndrome. *Rev Med Int Sindr Down*. 2014; 18(3):35-42. [DOI:10.1016/S2171-9748(14)70053-4]
- [20] Matute-Llorente A, González-Agüero A, Gómez-Cabello A, Vicente-Rodríguez G, Casajús JA. Physical activity and cardiorespiratory fitness in adolescents with Down Syndrome. *Nutr Hosp*. 2013; 28(4):1151-5. [DOI: 10.3305/nh.2013.28.4.6509] [PMID]
- [21] Wee SO, Pitetti KH, Gouloupoulou S, Collier SR, Guerra M, Baynard T. Impact of obesity and Down Syndrome on peak heart rate and aerobic capacity in youth and adults. *Res Dev Disabil*. 2015; 36:198-206. [DOI:10.1016/j.ridd.2014.10.002] [PMID]
- [22] Lewis CL, Fragala-Pinkham MA. Effects of aerobic conditioning and strength training on a child with Down Syndrome: A case study. *Pediatr Phys Ther*. 2005; 17(1):30-6. [DOI:10.1097/01.PEP.0000154185.55735.A0] [PMID]
- [23] Shields N, Taylor NF. A student-led progressive resistance training program increases lower limb muscle strength in adolescents with Down Syndrome: A randomised controlled trial. *J Physiother*. 2010; 56(3):187-93. [DOI:10.1016/S1836-9553(10)70024-2] [PMID]
- [24] Cowley PM, Ploutz-Snyder LL, Baynard T, Heffernan KS, Young Jae S, Hsu S, et al. The effect of progressive resistance training on leg strength, aerobic capacity and functional tasks of daily living in persons with Down Syndrome. *Disabil Rehabil*. 2011; 33(23-24):2229-36. [DOI:10.3109/09638288.2011.563820] [PMID]
- [25] Gupta S, Krishna Rao B, Kumaran SD. Effect of strength and balance training in children with Down's Syndrome: A randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2011; 25(5):425-32. [DOI:10.1177/0269215510382929] [PMID]
- [26] Lin H-C, Wuang Y-P. Strength and agility training in adolescents with Down Syndrome: A randomized controlled trial. *Res Dev Disabil*. 2012; 33(6):2236-44. [DOI:10.1016/j.ridd.2012.06.017] [PMID]
- [27] Chen H-L, Yeh C-F, Howe T-H. Postural control during standing reach in children with Down Syndrome. *Res Dev Disabil*. 2015; 38:345-51. [DOI:10.1016/j.ridd.2014.12.024] [PMID]
- [28] Galli M, Rigoldi C, Mainardi L, Tenore N, Onorati P, Albertini G. Postural control in patients with Down Syndrome. *Disabil Rehabil*. 2008; 30(17):1274-8. [DOI:10.1080/09638280701610353] [PMID]
- [29] Rigoldi C, Galli M, Mainardi L, Crivellini M, Albertini G. Postural control in children, teenagers and adults with Down syndrome. *Res Dev Disabil*. 2011;32(1):170-5. [DOI:10.1016/j.ridd.2010.09.007] [PMID]
- [30] Meneghetti CHZ, Blascovi-Assis SM, Deloroso FT, Rodrigues GM. Static balance assessment among children and adolescents with Down

- Syndrome. *Rev Bras Fisioter.* 2009; 13(3):230-5. [DOI:10.1590/S1413-3552009005000029]
- [31] Frey GC, Chow B. Relationship between BMI, physical fitness, and motor skills in youth with mild intellectual disabilities. *Int J Obes (Lond).* 2006; 30(5):861-7. [DOI:10.1038/sj.ijo.0803196] [PMID]
- [32] Rubin SS, Rimmer JH, Chicoine B, Braddock D, McGuire DE. Overweight prevalence in persons with Down Syndrome. *Ment Retard.* 1998; 36(3):175-81. [DOI:10.1352/0047-6765(1998)0362.0.CO;2] [PMID]
- [33] Jimenez L, Cerda J, Alberti G, Lizama M. High rates of overweight and obesity in Chilean children with Down Syndrome. *Rev Med Chil.* 2015; 143(4):451-8. [DOI:10.4067/S0034-98872015000400006] [PMID]
- [34] van Gameren-Oosterom HBM, van Dommelen P, Schönbeck Y, Oudesluys-Murphy AM, van Wouwe JP, Buitendijk SE. Prevalence of overweight in Dutch children with Down Syndrome. *Pediatrics.* 2012; 130(6):e1520-6. [DOI:10.1542/peds.2012-0886] [PMID]
- [35] Pastore E, Marino B, Calzolari A, Digilio MC, Giannotti A, Turchetta A. Clinical and cardiorespiratory assessment in children with Down Syndrome without congenital heart disease. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2000; 154(4):408-10. [DOI:10.1001/archpedi.154.4.408] [PMID]
- [36] Giagoudaki F, Dimitros E, Kouidi E, Deligiannis A. Effects of exercise training on heart-rate-variability indices in individuals with Down Syndrome. *J Sport Rehabil.* 2010; 19(2):173-83. [DOI:10.1123/jsr.19.2.173] [PMID]
- [37] Andriolo RB, El Dib RP, Ramos L, Atallah ÁN, da Silva EM. Aerobic exercise training programmes for improving physical and psychosocial health in adults with Down Syndrome. *Cochrane Database Syst Rev.* 2010; (5):CD005176. [DOI:10.1002/14651858.CD005176.pub4] [PMID]
- [38] Van Praag H, Christie BR, Sejnowski TJ, Gage FH. Running enhances neurogenesis, learning, and long-term potentiation in mice. *Proc Natl Acad Sci USA.* 1999; 96(23):13427-31. [DOI:10.1073/pnas.96.23.13427] [PMID] [PMCID]
- [39] Hillman CH, Erickson KI, Kramer AF. Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nat Rev Neurosci.* 2008; 9(1):58-65. [DOI:10.1038/nrn2298] [PMID]
- [40] Cowley PM, Ploutz-Snyder LL, Baynard T, Heffernan K, Jae SY, Hsu S, et al. Physical fitness predicts functional tasks in individuals with Down Syndrome. *Med Sci Sports Exerc.* 2010; 42(2):388-93. [DOI:10.1249/MSS.0b013e3181b07e7a] [PMID]
- [41] Tsimaras VK, Fotiadou EG. Effect of training on the muscle strength and dynamic balance ability of adults with Down Syndrome. *J Strength Cond Res.* 2004; 18(2):343-7. [DOI:10.1519/00124278-200405000-00025] [PMID]
- [42] Rimmer JH, Heller T, Wang E, Valerio I. Improvements in physical fitness in adults with Down Syndrome. *Am J Ment Retard.* 2004; 109(2):165-74. [DOI:10.1352/0895-8017(2004)1092.0.CO;2] [PMID]
- [43] Shields N, Taylor NF, Wee E, Wollersheim D, O'Shea SD, Fernhall B. A community-based strength training programme increases muscle strength and physical activity in young people with Down Syndrome: a randomised controlled trial. *Res Dev Disabil.* 2013; 34(12):4385-94. [DOI:10.1016/j.ridd.2013.09.022] [PMID]
- [44] Weber R, French R. Down's Syndrome adolescents and strength training. *Clin Kinesiol.* 1998; 42:13-21.
- [45] Wang WY, Chang JJ. Effects of jumping skill training on walking balance for children with mental retardation and Down's Syndrome. *Kaohsiung J Med Sci.* 1997; 13(8):487-95. [PMID]
- [46] Wang W-Y, Ju Y-H. Promoting balance and jumping skills in children with Down Syndrome. *Percept Mot Skills.* 2002; 94(2):443-8. [DOI:10.2466/pms.2002.94.2.443] [PMID]
- [47] Mendonca GV, Pereira FD, Fernhall B. Effects of combined aerobic and resistance exercise training in adults with and without Down Syndrome. *Arch Phys Med Rehabil.* 2011; 92(1):37-45. [DOI:10.1016/j.apmr.2010.09.015] [PMID]
- [48] Shields N, Taylor NF, Fernhall B. A study protocol of a randomised controlled trial to investigate if a community based strength training programme improves work task performance in young adults with Down Syndrome. *BMC pediatr.* 2010; 10(1):1. [DOI:10.1186/1471-2431-10-17] [PMID] [PMCID]
- [49] Leavey VJ, Sandrey MA, Dahmer G. Comparative effects of 6-week balance, gluteus medius strength, and combined programs on dynamic postural control. *J Sport Rehabil.* 2010; 19(3):268-87. [DOI:10.1123/jsr.19.3.268] [PMID]
- [50] Fernhall B, Pitetti KH. Leg strength is related to endurance run performance in children and adolescents with mental retardation. *Pediatr Exerc Sci.* 2000; 12(3):324-33. [DOI:10.1123/pes.12.3.324]
- [51] Oja P, Tuxworth B. Eurofit for adults: A test battery for the assessment of the health-related fitness of adults. Strassbourg: Council of Europe, Committee for the Development of Sport; 1995. p. 134-89
- [52] Barnhart RC, Connolly B. Aging and Down Syndrome: Implications for physical therapy. *Phys Ther.* 2007; 87(10):1399-406. [DOI:10.2522/ptj.20060334] [PMID]
- [53] Harris N, Rosenberg A, Jangda S, O'Brien K, Gallagher ML. Prevalence of obesity in International Special Olympic athletes as determined by body mass index. *J Am Diet Assoc.* 2003; 103(2):235-7. [DOI:10.1053/jada.2003.50025] [PMID]
- [54] Murray J, Ryan-Krause P. Obesity in children with Down Syndrome: background and recommendations for management. *Pediatr Nurs.* 2010; 36(6):314-9. [PMID]
- [55] Melville CA, Cooper S-A, McGrother CW, Thorp CF, Collacott R. Obesity in adults with Down Syndrome: A case-control study. *J Intellect Disabil Res.* 2005; 49(Pt 2):125-133. [DOI:10.1111/j.1365-2788.2004.00616.x] [PMID]
- [56] Boer P. The functional fitness capacity of adults with Down Syndrome in South Africa. [Doctoral dissertation]. Stellenbosch: University of Stellenbosch; 2010.