

## Review Paper

The Relationship between Core Muscles Dysfunction and Chronic Ankle Instability:  
A ReviewNavid Mohammadpour<sup>1</sup>, Iman Rezaei<sup>2</sup>, \*Mohammad Hadadi<sup>3</sup>

1. Student Research Committee, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran.
2. Department of Physical Therapy, School of Rehabilitation Sciences, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran.
3. Department of Orthotics and Prosthetics, School of Rehabilitation Sciences, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran.



**Citation:** Mohammadpour N, Rezaei I, Hadadi M. [The Relationship Between Core Muscles Dysfunction and Chronic Ankle Instability (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2019; 5(2):72-81. <https://doi.org/10.32598/biomechanics.5.2.4>

**doi** <https://doi.org/10.32598/biomechanics.5.2.4>

**Article Info:**

Received: 14 Mar 2019

Accepted: 22 Jun 2019

Available Online: 01 Sep 2019

**Key words:**

Chronic ankle instability, Core muscles, Electromyography, Kinematic

**ABSTRACT**

**Objective** The aim of this study is investigate the core muscles dysfunctions and their consequences in patients with chronic ankle instability.

**Methods** In this review study, search was conducted in three online databases of PubMed, Scopus, and Google scholar based on Patient, Intervention, Comparison, Outcome (PICO) strategy, and using keywords related to the role and function of core muscles, their electromyography, kinematic patterns of proximal segments, and postural stability in individuals with chronic ankle instability.

**Results** Seven studies were finally selected for the review based on the inclusion and exclusion criteria. The results indicated that individuals with chronic ankle instability in comparison with healthy peers have different electromyography and kinematic patterns of proximal segments (trunk, abdomen and pelvis).

**Conclusion** Muscle activity and kinematic patterns of proximal segments in individuals with chronic ankle instability are different to those of healthy ones. These differences are compensatory strategies for postural stability. These strategies may not provide the body's need to maintain and control the posture in new environments or during complex activities. Further studies are needed to investigate effects of the correction of core muscle function on the postural control in individuals with chronic ankle instability.

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

**F**requent instability, leading to repeated ankle sprains, is defined as chronic ankle instability [1]. Some major problems that people with chronic ankle instability face are impaired balance, trunk instability, and ultimately postural instability. One of the most important factors in maintaining

postural stability and balance in the body is the function of core muscles. Since the core muscles are at the center of all kinetic chains, the control of strength, balance, and movement in the center of body maximizes the connection between the upper and lower kinetic chains. According to the evidence, core stability plays a major role in the prevention of lower limb injuries in athletes. In addition, core muscle activity, by increasing intra-abdominal pressure as well as applying tension to the thoracolumbar fascia, can cause a strong cylinder and ultimately increased postural stability.

**\* Corresponding Author:**

Mohammad Hadadi, PhD.

Address: Department of Orthotics and Prosthetics, School of Rehabilitation Sciences, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran.

Tel: +98 (917) 1128675

E-mail: mhadadito@yahoo.com

Therefore, it is necessary to evaluate the function, role and efficiency of core muscles in people with chronic ankle instability to improve postural stability and other kinematic and muscular factors of proximal segments.

**2. Participants and Methods**

In this review study, search was conducted in three online databases of PubMed, Scopus, and Google scholar, to find articles that have examined the function of core muscles, motor and kinematic patterns of proximal segments, and the role of core muscles and their related exercises in people with chronic ankle instability during 2000-2019. Keywords were selected based on Patient, Intervention, Comparison, Outcome (PICO) search strategy (Table 1). In the end of searching, 146 articles were obtained. By checking the relevance of these articles to the purpose of current study, finally 7 related articles were selected for the final review.

**3. Results**

There are many studies and evidence on changes and adaptations of the recalling patterns of proximal segments in people with functional instability. Most of these studies have examined the muscles around the hip joint. Few studies have examined the contraction pattern and factors relat-

ed to the activity of core muscles, including the abdominal and vertebral muscles, in people with chronic ankle instability. Marshal et al. examined the difference between impaired trunk and ankle stability between healthy individuals and those with functional ankle instability. They found a significant delay in the activity of the trunk and abdomen muscles in patients compared to healthy individuals.

Rios et al. observed a decrease in distal muscle activity and increased proximal muscle activity in people with chronic ankle instability, following perturbations on various surfaces. This may indicate a change in the function of these muscles in order to provide compensatory strategies to maintain body stability. Terada et al. compared diaphragm contractility in individuals with chronic ankle instability and healthy peers using ultrasound method. Their results showed lower diaphragm contractility in patients. In a study by de la Motte et al., they compared trunk-rotation differences under a star excursion balance test in people with chronic ankle instability and healthy peers.

They reported that people with chronic ankle instability use proximal strategies to maintain balance. These compensatory strategies are created due to impaired hip function or core dysfunction. Hoch et al. compared the kinematics of the lower extremity joints, trunk, and hip under a star ex-

**Table 1.** Keywords selected based on PICO search strategy

Patient	Intervention	Comparison	Outcome
chronic ankle instability	electromyography	healthy	Muscle activation latency
functional ankle instability	EMG	Chronic ankle instability	EMG amplitude
mechanical ankle instability	Motion analysis		Kinematic pattern
recurrent ankle sprain	Motion capture		Joint angle
unstable ankles	Motion tracking		Star excursion balance test
	Muscle activity		Balance error scoring scale
	Muscle contractility		Core muscle strength
	Core muscles		Core muscle contractility
	Core stability		Core muscle thickness
	Postural stability		
	Postural control		
	Core stabilization training		
	Core stabilization exercise		
	Imaging		
	Magnetic resonance imaging		
	ultrasonography		

cursor balance test in people with chronic ankle instability compared to healthy peers.

They showed that people with chronic ankle instability had a greater traveled distance, trunk movement on the frontal plate, hip adduction and ankle eversion on the frontal plate. Dastmanesh et al. examined the effect of core stability training on postural stability in people with chronic ankle instability and observed an increase in the consequences of posture control in the intervention group. Calicchio et al. reported no any relationship between core muscular strength and objective and theoretical consequences of chronic ankle instability such as pain, dysfunction and impaired balance.

#### **4. Conclusion**

Existence of the evidences regarding the changes in the diaphragm contractility, movement pattern of the trunk/hip, and muscular activity during electromyography of core muscles can be an indicative of a defect in the normal functioning of the core muscles in providing postural stability in people with chronic ankle instability. The core muscles act synergistically, and a malfunction in each of its components can affect the activity of the other components. Therefore, it is likely that providing normal function to these muscles can be effective in relieving postural disorders and compensatory strategies in these patients.

#### **Ethical Considerations**

##### **Compliance with ethical guidelines**

This is a review study; no experiments on humans or animals were conducted; hence, no ethical considerations were needed.

##### **Funding**

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

##### **Authors' contributions**

Investigation and Resource: Navid Mohammadpour;  
Writing, Editing & Review: all authors.

##### **Conflicts of interest**

The authors declared no conflict of interest.

## ارتباط بین اختلالات عضلات مرکزی و بی‌ثباتی مزمن مچ پا: مطالعه مروری

نوید محمدپور<sup>۱</sup>، ایمان رضایی<sup>۲</sup>، محمد حدادی<sup>۳</sup>

۱. کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران.
۲. گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران.
۳. گروه ارتوز و پروتز دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران.

## حکیده

**هدف** از انجام این مطالعه بررسی اختلالات عملکردی عضلات مرکزی و پیامدهایی که تحت تأثیر این عضلات قرار دارند در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا است.

**روش‌ها** به منظور انجام این مطالعه پایگاه‌های الکترونیکی اطلاعات شامل گوگل اسکالر، پابمد و اسکوپوس بر اساس استراتژی PICO و با استفاده از کلید واژه‌های مرتبط با نقش و عملکرد عضلات مرکزی، الکترومیوگرافی آن‌ها و الگوی حرکتی اندام‌های مرتبط با عضلات مرکزی و همچنین ثبات پاسچرال در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا بررسی شد.

**یافته‌ها** پس از بررسی و تطابق مطالعات با معیارهای ورود و خروج در نهایت هفت مطالعه برای بررسی نهایی انتخاب شد. طبق نتایج، فاکتورهای مربوط به الکترومیوگرافی و الگوی حرکتی اندام‌های تنه، شکم و لگن در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا تفاوت‌هایی با افراد سالم دارد.

**نتیجه‌گیری** الگوهای فعالیت عضلانی و الگوی حرکتی اندام‌های پروگسیمال بدن در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا نسبت به افراد سالم تغییراتی دارند. این تغییرات نوعی استراتژی جبرانی برای حفظ و کنترل ثبات بدن است. این استراتژی‌ها ممکن است نتوانند نیاز بدن برای حفظ و کنترل پاسچر در محیط‌های جدید یا حین فعالیت‌های پیچیده را فراهم کنند. اصلاح عملکرد عضلات مرکزی می‌تواند تأثیراتی روی ثبات و کنترل تنه در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا داشته باشد که می‌توان این تأثیرات را در مطالعات آتی بررسی کرد.

## اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۲۳ اسفند ۱۳۹۷

تاریخ پذیرش: ۰۱ تیر ۱۳۹۸

تاریخ انتشار: ۱۰ شهریور ۱۳۹۸

## کلیدواژه‌ها:

بی‌ثباتی مزمن مچ پا، عضلات مرکزی، الکترومیوگرافی، کینماتیک

## مقدمه

همچون اختلال حس عمقی، اختلال کنترل عصبی-عضلانی، اختلال کنترل پاسچر و نقص قدرت عضلانی حاصل می‌شود [۸].

عوارض ایجاد شده در نتیجه بی‌ثباتی مزمن مچ پا مثل درد، ضعف عضلانی، اختلال در کنترل پاسچر استاتیک و دینامیک، اختلال در دامنه حرکتی مفصل، کاهش کنترل عصبی-عضلانی و اختلال حس عمقی، می‌تواند منجر به بروز ساییدگی و تخریب زود هنگام مفصل شود. همچنین ادامه یافتن این شرایط منجر به کاهش سطح فعالیت فیزیکی، اختلال در فعالیت‌های ورزشی و بروز مشکلات در فعالیت‌های روزمره می‌شود و با تحمیل هزینه‌های مالی و اقتصادی بر فرد در نهایت موجب کاهش کیفیت زندگی وابسته به سلامت و ایجاد مشکلات روانی-اجتماعی زیادی برای فرد می‌شود [۹-۱۳].

یکی از مشکلات عمده‌ای که افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا با آن درگیر هستند نقص در تعادل، ثبات تنه و نهایتاً ثبات پاسچر

صدمات مچ پا رایج‌ترین صدمات در ورزش و فعالیت‌های تفریحی است [۱-۳]. از کل صدمات مچ پا، ۸۵ درصد مربوط به پیچ‌خوردگی‌های آن است [۴، ۵]. آنچه پیچ‌خوردگی‌های مچ پا را مشکل‌زا کرده است، ریسک بالای آسیب مجدد است. دفعات مکرر بی‌ثباتی که منجر به پیچ‌خوردگی‌های متعدد می‌شود، به عنوان بی‌ثباتی مزمن مچ پا تعریف می‌شود [۶]. بی‌ثباتی مزمن مچ پا ممکن است به علت ناکارآمدی مکانیکی مچ پا یا ناکارآمدی عملکردی مچ پا در نتیجه آسیب حاد اولیه در مچ پا حاصل شود [۶]. بی‌ثباتی مکانیکی در نتیجه آسیب ساختاری به لیگامان‌ها و اجزای مفصلی [۷] و بی‌ثباتی عملکردی در نتیجه تغییراتی

1. Chronic ankle instability
2. Mechanical ankle instability
3. Functional ankle instability

\* نویسنده مسئول:

محمد حدادی

نشانی: شیراز، دانشگاه علوم پزشکی، دانشکده علوم توانبخشی، گروه ارتوز و پروتز.

تلفن: ۱۱۲۸۶۷۵ (۹۱۷) +۹۸

پست الکترونیکی: mhadadito@yahoo.com

از آنجا که عضلات مرکزی در مرکز همه زنجیره‌های کینتیکی قرار دارند کنترل قدرت، بالانس و حرکت در عضلات مرکزی سبب به حداکثر رساندن ارتباط زنجیره‌های کینتیکی اندام فوقانی و تحتانی می‌شود. طبق شواهد، ثبات مرکز نقش زیادی در پیشگیری از آسیب‌های اندام تحتانی در ورزشکاران دارد [۱۹]. به علاوه فعالیت عضلات مرکزی از طرق افزایش فشار درون‌شکمی و همچنین اعمال تنش به فاشیای توراکولومبار می‌تواند سبب ایجاد یک سیلندر محکم و درنهایت افزایش ثبات پاسچرال شود.

فعالیت عضلات مرکزی برای ایجاد ثبات پاسچرال به صورت هم‌زمان بوده و به صورت سینرژی با یکدیگر عمل می‌کنند؛ به نحوی که اختلال در عملکرد یکی از آن‌ها می‌تواند عملکرد سایر بخشها و درنهایت ثبات کلی تنه را تحت تأثیر قرار دهد [۱۷]. در همین راستا شواهدی وجود دارند که بیان می‌کنند قبل از عمل دم توسط دیافراگم یک فعالیت الکتریکی در عضلات کف لگن و همچنین عضله عرضی شکمی و سایر عضلات مایل شکمی ایجاد می‌شود که حاکی از سینرژی بودن فعالیت این عضلات است. همچنین به منظور کنترل فشار داخل شکمی، تغییراتی که در دیافراگم اتفاق می‌افتد به صورت قرینه در عضلات کف لگن نیز بروز می‌کند. از این رو اختلال در عملکرد و فعالیت هر یک از این عضلات می‌تواند بر فعالیت سایر عضلات اثر گذاشته و موجب اختلال در عملکرد پاسچرال و تنفسی آن‌ها شود [۲۰، ۲۱، ۱۸].

است [۱۵، ۱۴]. شواهد زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا برای جبران اختلالات و نقص‌های عصبی-عضلانی ایجادشده در دیستال اندام از عضلات پروگسیمال خود بهره بیشتری می‌برند [۱۶].

یکی از مهم‌ترین عوامل حفظ ثبات پاسچرال و تعادل در بدن نحوه عملکرد عضلات مرکزی است [۱۷]. مطالعات نشان می‌دهند فعالیت عضلات تنه قبل از شروع فعالیت عضلات اندام‌ها آغاز می‌شود [۱۸] و وجود ثبات در تنه و لگن پیش‌نیاز انجام حرکت در تمامی اندام‌هاست [۱۷]. ثبات مرکزی<sup>۲</sup> به معنای توانایی کنترل وضعیت و حرکت تنه روی لگن برای بهینه‌سازی تولید، انتقال و کنترل نیرو و حرکت به اندام انتهایی است. این ثبات باعث ایجاد یک ثبات پروگسیمال برای حرکت دیستال شده و همچنین سبب به اجرا در آمدن الگوی نرمال تولید نیرو پروگسیمال به دیستال و درنهایت محافظت از اندام دیستال می‌شود [۱۷]. عضلات مرکزی از چهار گروه عضلانی شامل عضلات شکمی در جلو، عضلات ستون فقرات در پشت، عضلات کف لگن و نهایتاً عضله مهم دیافراگم تشکیل شده‌اند. برخی منابع عضلات ضخیم اطراف لگن و فاشیای توراکولومبار را نیز جزئی از عضلات مرکزی ذکر می‌کنند.

#### 4. Core stability

جدول ۱. کلید واژه‌های مورد استفاده بر اساس استراتژی PICO

پیامد	مقایسه	مداخله	جامعه
Muscle activation latency	healthy	electromyography	chronic ankle instability
EMG amplitude	Chronic ankle instability	EMG	functional ankle instability
Kinematic pattern		Motion analysis	mechanical ankle instability
Joint angle		Motion capture	recurrent ankle sprain
Star excursion balance test		Motion tracking	unstable ankles
Balance error scoring scale		Muscle activity	
Core muscle strength		Muscle contractility	
Core muscle contractility		Core muscles	
Core muscle thickness		Core stability	
		Postural stability	
		Postural control	
		Core stabilization training	
		Core stabilization exercise	
		Imaging	
		Magnetic resonance imaging	
		ultrasonography	

در فراخوانی عضلات گلوتهال و رکتوس فموریس هستند. این اختلالات پروگسیمال ممکن است فرد را مستعد بروز کمردرد کنند. مطالعات محدودی به بررسی الگوی انقباضی و فاکتورهای مربوط به فعالیت عضلانی عضلات مرکزی شامل عضلات شکمی و مهره‌ای در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا پرداخته‌اند.

مارشال و همکاران [۲۴] در سال ۲۰۰۹ مطالعه‌ای با هدف بررسی تفاوت بین پیامدهای ثباتی تنه و اندام تحتانی بین افراد سالم و افراد با بی‌ثباتی عملکردی مچ پا انجام دادند. به این منظور پیامدهای نظری و همچنین پیامدهای عینی افراد شرکت‌کننده شامل مدت‌زمان رسیدن به ثبات و همچنین مدت‌زمان واکنش رفلکس عضلات تنه و شکم حین اعمال اغتشاش را بررسی کردند. به صورت کلی از لحاظ معیارهای نظری افراد با بی‌ثباتی عملکردی مچ پا سطح پایین‌تری داشتند. آنالیز داده‌ها حاکی از وجود تفاوت معنادار در تأخیر فعالیت<sup>۵</sup> عضلات تنه و شکم در افراد با بی‌ثباتی عملکردی مچ پا نسبت به افراد سالم بود. تأخیر در رفلکس عضلانی در عضلات ستون فقرات و شکمی در افراد با بی‌ثباتی عملکردی وجود دارد که می‌تواند آن‌ها را دچار مشکلات ثانویه مثل کمردرد یا آسیب‌های سایر نواحی کند. همچنین با توجه به نقش اساسی عضلات تنه و شکم در فراهم آوردن ثبات پاسچرال این‌گونه تغییرات می‌تواند روی ثبات کلی بدن و همچنین با توجه به فعالیت سینی‌زی عضلات مرکزی روی نحوه فعالیت و عملکرد سایر عضلات مرکزی تأثیرگذار باشد.

رویز و همکاران در سال ۲۰۱۵ مطالعه دیگری با هدف بررسی تطابق‌های پاسچرال ایجادشده قبل، حین و بعد از اعمال اغتشاش در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا نسبت به افراد سالم روی سطوح با ثبات و بی‌ثبات انجام دادند [۲۵]. فرض این مطالعه بر این بود که فعالیت الکترومیوگرافی عضلات دیستال (اطراف مچ پا) در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا کاهش می‌یابد و این افراد برای جبران فعالیت‌های پاسچرال خود از عضلات پروگسیمال بهره می‌برند (عضلات اطراف هیپ و لگن). برای مقایسه فعالیت عضلانی عضلات دیستال، میانی و پروگسیمال اندام تحتانی، گروه‌های عضلانی در سه دسته شامل پروگسیمال و میانی و دیستال قرار گرفتند سپس مجموع فعالیت عضلانی هر یک از گروه‌ها با هم مقایسه شد. آنالیز نتایج نشان داد مجموع فعالیت‌های الکترومیوگرافی عضلات پروگسیمال متشکل از عضلات ستون فقرات، عضلات شکمی و گلوتهوس مدیوس طی برخی بازه‌های زمانی فراهم آوردن تطابق‌های پاسچرال از سایر گروه‌های عضلانی بیشتر است. به صورت کلی نتیجه این مطالعه بیان می‌کند که استراتژی تعادل در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا نسبت به افراد سالم متفاوت است؛ به این صورت که فعالیت عضلات دیستال کاهش و فعالیت عضلات پروگسیمال افزایش می‌یابد. افزایش میزان فعالیت عضلات پروگسیمال که

با توجه به وجود مطالعات و شواهد متعدد که وجود نقص‌های پاسچرال و تغییرات در الگوهای حرکتی و فعالیت‌های عصبی‌عضلانی اندام‌های پروگسیمال به مفصل مچ پا در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا را تأیید می‌کنند، یکی از اجزای ارزیابی و درمان این افراد در نظر گرفتن مفاصل و عضلات پروگسیمال به مفصل مچ پا است. بنابراین بررسی عملکرد، نقش و کارایی عضلات مرکزی در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا جهت بهبود ثبات پاسچرال و سایر فاکتورهای کینماتیکی و عضلانی مفاصل پروگسیمال ضروری به نظر می‌رسد.

## روش‌شناسی

جست‌وجو در سه پایگاه الکترونیکی اطلاعات شامل اسکوپوس، پابمد و گوگل اسکالر به منظور یافتن مقالاتی که به بررسی نحوه عملکرد عضلات مرکزی، الگوهای حرکتی و کینماتیکی اندام‌های پروگسیمال و نقش عضلات مرکزی و تمرینات مربوط به آن‌ها در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ پرداخته بودند، انجام پذیرفت. کلیدواژه‌های انتخاب‌شده برای انجام فرایند جست‌وجو مطابق جدول شماره ۱ بر اساس استراتژی جست‌وجوی PICO برگزیده شدند.

## نتایج

پس از انجام جست‌وجو در پایگاه‌های ذکرشده ۱۴۶ مقاله به دست آمد که پس از بررسی عنوان مقالات ۱۲۵ مقاله به علت عدم هم‌خوانی با هدف مطالعه حذف شدند. در ادامه، خلاصه و متن کامل ۲۱ مقالات باقی‌مانده مطالعه شد. با بررسی تطابق مقالات با هدف مطالعه، درنهایت هفت مقاله مرتبط که فرایند داوری هم‌تا برای آن‌ها به انجام رسیده بود، برای بررسی نهایی انتخاب شدند.

مقالات انتخاب‌شده بر اساس روش اجرا و پیامدهایی که بررسی کرده بودند، در سه دسته کلی مورد بررسی قرار گرفتند. گروه اول به بررسی نحوه انقباض و الکترومیوگرافی عضلات مرکزی پرداخته، دسته دوم الگوی حرکتی و کینماتیک اندام‌های تنه و لگن را بررسی کرده و دسته سوم به بررسی رابطه بین تقویت و قدرت عضلات مرکزی با بی‌ثباتی مزمن مچ پا پرداخته بودند.

## بحث

### نحوه انقباض و الکترومیوگرافی عضلات مرکزی در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا

مقالات و شواهد زیادی مبنی بر تغییرات و سازگارهای الگوی فراخوانی عضلات پروگسیمال در افراد با بی‌ثباتی عملکردی وجود دارد. عمده این مقالات به بررسی عضلات اطراف مفصل هیپ پرداخته‌اند [۲۳، ۲۲، ۱۶] که به صورت خلاصه حاکی از تأخیر

5. Latency

در سمت پای متحرک جلوتر بود) و در نهایت میزان خم شدن<sup>۱</sup> مفصل ران در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا بیشتر بود. همچنین در جهت داخلی میزان خم شدن تنه در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا بیشتر بود. مطالعات پیشین تنها به بررسی کینماتیک اندام تحتانی افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا پرداخته بودند، ولی در این مطالعه کینماتیک لگن و تنه نیز بررسی شد. نتایج حاکی از آن بود که افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا از استراتژی‌های پروگسیمال جهت حفظ تعادل استفاده می‌کنند. این استراتژی‌های جبرانی در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا می‌تواند به دلیل نقص در عملکرد مفصل ران و یا اختلال عملکرد عضلات مرکزی ایجاد شده باشد. باید توجه کرد که این استراتژی‌ها به صورت جبرانی در بدن فرد ایجاد شده‌اند و بنابراین با الگوی نرمال تفاوت دارند و این می‌تواند فرد را در معرض آسیب‌های ثانویه در مفصل مچ پا یا سایر مفاصل قرار دهد.

هاچ و همکارانش در سال ۲۰۱۶ مطالعه‌ای با هدف بررسی کینماتیک مفاصل اندام تحتانی، تنه و لگن حین انجام تست تعادل ستاره‌ای در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا در مقایسه با افراد سالم انجام دادند [۲۹]. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا که میزان مسافت طی‌شده بیشتری دارند، میزان حرکت تنه آن‌ها در صفحه فرونتال به سمت پای تکیه‌گاه بیشتر است. همچنین اندام‌های ران و مچ پا نیز در صفحه فرونتال به ترتیب میزان اداکشن و اورژن بیشتری داشتند که حاکی از استراتژی حرکتی متفاوت افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا نسبت به سایرین است.

مطالعات پیشین استراتژی‌های جبرانی را تنها مربوط به صفحه سائیتال می‌دانستند، ولی نتیجه این مطالعه وجود استراتژی‌های جبرانی در صفحه فرونتال را نیز در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا نشان داد. باید توجه کرد که این استراتژی‌های جبرانی اگرچه برای حفظ تعادل فرد استفاده می‌شوند اما با ثبات نبوده و متزلزل هستند و ممکن است چنانچه فرد در محیط جدیدی قرار بگیرد یا تکلیف پیچیده‌تری انجام دهد از عهده حفظ تعادل برنماید. بنابراین لزوم اصلاح و نرمال کردن این الگوهای جبرانی در بدن ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به اثر مستقیم عضلات مرکزی روی اندام‌های تنه و لگن احتمال تأثیرپذیری آن‌ها و وجود نقص عملکردی در این عضلات دور از ذهن نیست.

### قدرت عضلات مرکزی در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا

همان‌گونه که قبلاً ذکر شد با توجه به شواهد وجود ثبات در اندام‌های تنه و لگن برای تمامی حرکات اندام‌ها موردنیاز است و همچنین فعالیت عضلات تنه زودتر از شروع حرکت یا انقباض اندام تحتانی آغاز می‌شود. با توجه به اهمیت ثبات مرکزی دستمنش و همکارانش در سال ۲۰۱۲ مطالعه‌ای با هدف

عضلات مرکزی را نیز شامل می‌شود می‌تواند نشان‌دهنده تغییر در نحوه فعالیت و عملکرد این عضلات به منظور فراهم آوردن استراتژی‌های جبرانی برای حفظ ثبات بدن باشد.

تریدا و همکاران [۱۵] در سال ۲۰۱۶ مطالعه‌ای را با هدف بررسی میزان فاکتورهای انقباضی عضله دیافراگم در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا در مقایسه با افراد سالم انجام دادند. با توجه به نقش اساسی دیافراگم در ایجاد ثبات پاسچرال در بدن این مطالعه به بررسی فاکتورهای مربوط به انقباض دیافراگم در این افراد پرداخت. در این مطالعه میزان فعالیت انقباضی<sup>۶</sup> و ضخامت دیافراگم افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا و افراد سالم در حالت طاق‌باز و حین تنفس آرام به وسیله سونوگرافی ثبت و با هم مقایسه شد. نتایج مطالعه نشان داد فعالیت انقباضی دیافراگم سمت چپ در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا نسبت به افراد سالم کمتر است. مکانیسم‌های ممکن برای این تغییرات در دیافراگم، مواردی چون کاهش ورودی‌های حسی به سمت سیستم عصبی مرکزی، اختلال عملکرد حسی حرکتی<sup>۷</sup> و تغییرات در سیستم عصبی مرکزی عنوان شد. فرضیه دیگری که برای این تغییرات دیافراگم در نظر گرفته شده است بر اساس استرس‌های سایکولوژیک است. یکسری نقایص سایکولوژیک در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا وجود دارد [۲۶] که این حالات منفی سایکولوژیک و احساسات منفی می‌تواند فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک را زیاد کند [۲۷]. این تغییر سیستم سمپاتیک می‌تواند الگوی تنفسی فرد را تحت تأثیر قرار دهد. چنانچه این الگوی غیرنرمال برای مدت‌زمان طولانی ادامه پیدا کند، می‌تواند باعث تغییر کلی عملکرد دیافراگم شود.

### الگوی حرکتی و کینماتیک اندام‌های تنه و لگن در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا

د لا موتو و همکارانش در سال ۲۰۱۵ به بررسی کینماتیک مفاصل اندام تحتانی، تنه و لگن حین انجام تست تعادل ستاره‌ای در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا در مقایسه با افراد سالم پرداختند [۲۸]. تا قبل از این مطالعه اکثر مطالعات حرکات اندام تحتانی را در صفحات فرونتال و سائیتال سنجیده بودند، ولی در این مطالعه حرکات صفحه عرضی هم بررسی شد. کینماتیک مفاصل اندام تحتانی، لگن و تنه افراد شرکت‌کننده در هر سه صفحه حرکتی ثبت و آنالیز شد. بررسی نتایج نشان داد در جهت قدمی داخلی چرخش تنه در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا بیشتر بود (چرخش به سمت خلف نسبت به پای متحرک). همچنین میزان چرخش خارجی لگن<sup>۸</sup> در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا بیشتر بود (لگن

6. Contractility

7. Sensory motor function

8. External pelvic rotation

9. Flexion

بعید نیست که مراکز کنترل‌کننده عضلات مرکزی نیز دچار تغییراتی شده باشند.

همچنین علاوه بر موارد فوق مطالعات زیادی وجود دارد که نقص کنترل پاسچرال و اختلال در تعادل را در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا تأیید می‌کنند [۲۶، ۲۵]. با توجه به موارد ذکر شده شاید بتوان این‌گونه عنوان کرد که اختلال در ثبات پاسچرال افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا می‌تواند با اختلال عملکردی در هر یک از اجزای مرکزی مرتبط باشد. عضلات مرکزی به صورت سینرژی عمل می‌کنند و نقص در عملکرد هر یک از اجزای آن می‌تواند فعالیت دیگر اجزا را تحت تأثیر قرار دهد. از این رو احتمال می‌رود اعمال درمان مناسب برای عضلات مرکزی و فراهم آوردن عملکرد نرمال آن‌ها بتواند مداخله مناسبی جهت رفع اختلالات پاسچرال و استراتژی‌های جبرانی در این افراد باشد. از این رو مطالعات آتی می‌توانند با اعمال درمان‌های مناسب با اصلاح عملکرد عضلات مرکزی و سنجش پیامدهای مختلف از جمله ثبات پاسچرال و الگوهای حرکتی و الگوهای فعالیت عضلانی میزان اثرگذاری این درمان‌ها را مشخص کنند.

### ملاحظات اخلاقی

#### پیروی از اصول اخلاق پژوهش

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

#### حامی مالی

این تحقیق حامی مالی نداشته است.

#### مشارکت نویسندگان

جست‌وجو در پایگاه‌های اطلاعاتی و منابع: نوید محمدپور. در ارزیابی و جمع‌بندی، نگارش و ویرایش مقاله: همه نویسندگان.

#### تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله هیچ‌گونه تعارض منافی ندارد.

بررسی تأثیر تمرین‌های ثبات مرکزی<sup>۱</sup> روی ثبات پاسچرال افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا انجام دادند. افرادی که در گروه مداخله و گروه افراد سالم قرار گرفته بودند به مدت هشت هفته (۲۴ جلسه نیم‌ساعته) ورزش‌های تعریف‌شده‌ای به منظور افزایش قدرت عضلات مرکزی و افزایش ثبات آن انجام دادند [۱۶].

نتایج حاکی از افزایش میزان پیامدهای کنترل پاسچر در هر دو گروه درمانی و در هر سه جهت بود. اگرچه این مطالعه بیان می‌کند که تمرینات ثبات مرکزی و افزایش قدرت عضلات مرکزی سبب افزایش کنترل پاسچرال افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا شده است، ولی دلیلی مبنی بر اینکه الگوهای جبرانی ایجادشده در اندام‌های فرد را اصلاح می‌کند یا خیر در میان نیست. بنابراین بررسی دقیق‌تر مکانیسم تأثیر این ورزش‌ها و همچنین یافتن راهی برای اصلاح الگوهای عصبی-عضلانی جبرانی و همچنین الگوهای حرکتی جبرانی اندام‌های تنه و لگن که تحت تأثیر مستقیم عضلات مرکزی هستند ضروری به نظر می‌رسد.

کالیچیو و همکارانش در سال ۲۰۱۶ با انجام مطالعه‌ای به بررسی ارتباط بین میزان قدرت عضلات مرکزی با معیارهای عینی و نظری افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا پرداختند [۳۰]. نتایج این مطالعه نشان داد که ارتباط معناداری بین میزان قدرت عضلات مرکزی و پیامدهای عینی و نظری افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا همچون درد، عملکرد و تعادل وجود ندارد. بنابراین نتایج این مطالعه نیز می‌تواند تأییدکننده این گفته باشد که افزایش قدرت عضلات مرکزی به‌تنهایی نمی‌تواند به عنوان درمانی کامل جهت بهبود ثبات پاسچرال و اصلاح استراتژی‌های جبرانی این افراد باشد.

### نتیجه‌گیری نهایی

وجود شواهد و مطالعات فوق با توجه به تغییر نحوه انقباض دیافراگم، تغییر در الگوی حرکتی اندام‌های تنه و لگن و همچنین تغییر در نحوه فعالیت عضلانی حین الکترومیوگرافی عضلات مرکزی می‌تواند تأییدکننده نقص در عملکرد نرمال عضلات مرکزی در فراهم آوردن ثبات پاسچرال در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا باشد.

علاوه بر مقالات مرور شده شواهد متعددی وجود دارند که به بررسی کورتکس حرکتی عضلات مختلف در ناحیه دیستال در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا می‌پردازند و بیان می‌کنند که تغییراتی در سطوح بالای سیستم عصبی مرکزی در نقشه موتور این افراد رخ داده است [۳۱-۳۳]. اگر چه تاکنون مطالعه‌ای به مراکز کنترل حرکتی عضلات مرکزی و تغییر این مراکز در بی‌ثباتی مزمن مچ پا نپرداخته است، ولی با توجه به اختلالات حسی این افراد و با توجه به تغییرات فعالیت سیستم حسی حرکتی عضلات دیستال،

10. Core stabilization training



## References

- [1] Garrick JG, Requa RK. Girls' sports injuries in high school athletics. *JAMA*. 1978; 239(21):2245-8. [DOI:10.1001/jama.1978.03280480037016] [PMID]
- [2] Kirialanis P, Malliou P, Beneka A, Giannakopoulos K. Occurrence of acute lower limb injuries in artistic gymnasts in relation to event and exercise phase. *British Journal of Sports Medicine*. 2003; 37(2):137-9. [DOI:10.1136/bjism.37.2.137] [PMID] [PMCID]
- [3] Schulz MR, Marshall SW, Yang J, Mueller FO, Weaver NL, Bowling JM. A prospective cohort study of injury incidence and risk factors in North Carolina high school competitive cheerleaders. *The American Journal of Sports Medicine*. 2004; 32(2):396-405. [DOI:10.1177/0363546503261715] [PMID]
- [4] Miller EA, Hergenroeder AC. Prophylactic ankle bracing. *Pediatric Clinics of North America*. 1990; 37(5):1175-85. [DOI:10.1016/S0031-3955(16)36982-6]
- [5] Robbins S, Waked E. Factors associated with ankle injuries. *Sports Medicine*. 1998; 2(5):63-72. [DOI:10.2165/00007256-199825010-00005] [PMID]
- [6] Hertel J. Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. *Journal of Athletic Training*. 2002; 37(4):364-75. [PMID] [PMCID]
- [7] Hertel J. Functional instability following lateral ankle sprain. *Sports Medicine*. 2000; 29(5):361-71. [DOI:10.2165/00007256-200029050-00005] [PMID]
- [8] Perron M, Moffet H, Nadeau S, Hébert LJ, Belzile S. Persistence of long term isokinetic strength deficits in subjects with lateral ankle sprain as measured with a protocol including maximal preloading. *Clinical Biomechanics*. 2014; 29(10):1151-7. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2014.09.010] [PMID]
- [9] Al-Mohrej OA, Al-Kenani NS. Chronic ankle instability: Current perspectives. *Avicenna Journal of Medicine*. 2016; 6(4):103-8. [DOI:10.4103/2231-0770.191446] [PMID] [PMCID]
- [10] Houston MN, Hoch JM, Hoch MC. Patient-reported outcome measures in individuals with chronic ankle instability: A systematic review. *Journal of Athletic Training*. 2015; 50(10):1019-33. [DOI:10.4085/1062-6050-50.9.01] [PMID] [PMCID]
- [11] Powden CJ. Response shift and functional outcomes in individuals with chronic ankle instability [PhD. dissertation]. Norfolk, VA: Old Dominion University; 2016. [DOI:10.25777/6y86-6224]
- [12] Thompson C, Schabrun S, Romero R, Bialocerkowski A, Marshall P. Factors contributing to chronic ankle instability: A protocol for a systematic review of systematic reviews. *Systematic Reviews*. 2016; 5:94. [DOI:10.1186/s13643-016-0275-8] [PMID] [PMCID]
- [13] Warikoo D, Shrivastava G. Association of fear avoidance belief with dynamic balance and foot and ankle disability in patients with chronic ankle instability: An observational study. *International Journal of Current Science*. 2013; 9:7-14. <https://pdfs.semanticscholar.org/7fd5/6da8e3a42df63e4c6de5b95fe7bbe418edb0.pdf>
- [14] Arnold BL, De La Motte S, Linens Sh, Ross SE. Ankle instability is associated with balance impairments: A meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2009; 41(5):1048-62. [DOI:10.1249/MSS.0b013e318192d044] [PMID]
- [15] Terada M, Kosik KB, McCann RS, Gribble PA. Diaphragm contractility in individuals with chronic ankle instability. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2016; 48(10):2040-5. [DOI:10.1249/MSS.0000000000000994] [PMID]
- [16] Dastmanesh S, Shojaedin SS, Eskandari E. The effects of core stabilization training on postural control of subjects with chronic ankle instability. *Annals of Biological Research*. 2012; 3(8):3926-30. <https://www.scholarsresearchlibrary.com/abstract/the-effects-of-core-stabilization-training-on-postural-control-of-subjects-with-chronic-ankle-instability-10582.html>
- [17] Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports Medicine*. 2006; 36(3):189-98. [DOI:10.2165/00007256-200636030-00001] [PMID]
- [18] Hodges P, Butler J, McKenzie D, Gandevia S. Contraction of the human diaphragm during rapid postural adjustments. *The Journal of Physiology*. 1997; 505(2):539-48. [DOI:10.1111/j.1469-7793.1997.539bb.x] [PMID] [PMCID]
- [19] Leetun DT, Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2004; 36(6):926-34. [DOI:10.1249/01.MSS.0000128145.75199.C3] [PMID]
- [20] Bordoni B, Zanier E. Anatomic connections of the diaphragm: Influence of respiration on the body system. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*. 2013; 6:281-91. [DOI:10.2147/JMDH.S45443] [PMID] [PMCID]
- [21] Hodges PW, Gandevia SC. Activation of the human diaphragm during a repetitive postural task. *The Journal of Physiology*. 2000; 522(Pt 1):165-75. [DOI:10.1111/j.1469-7793.2000.t01-1-00165.xm] [PMID] [PMCID]
- [22] Webster KA, Gribble PA. A comparison of electromyography of gluteus medius and maximus in subjects with and without chronic ankle instability during two functional exercises. *Physical Therapy in Sport*. 2013; 14(1):17-22. [DOI:10.1016/j.ptsp.2012.02.002] [PMID]
- [23] Negahban H, Moradi-Bousari A, Naghibi S, Sarrafzadeh J, Shaterzadeh-Yazdi MJ, Goharpey Sh, et al. The eccentric torque production capacity of the ankle, knee, and hip muscle groups in patients with unilateral chronic ankle instability. *Asian Journal of Sports Medicine*. 2013; 4(2):144-52. [DOI:10.5812/asjism.34515] [PMID] [PMCID]
- [24] Marshall P, McKee AD, Murphy BA. Impaired trunk and ankle stability in subjects with functional ankle instability. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2009; 41(8):1549-57. [DOI:10.1249/MSS.0b013e31819d82e2] [PMID]
- [25] Rios JL, Gorges AL, dos Santos MJ. Individuals with chronic ankle instability compensate for their ankle deficits using proximal musculature to maintain reduced postural sway while kicking a ball. *Human Movement Science*. 2015; 43:33-44. [DOI:10.1016/j.humov.2015.07.001] [PMID]
- [26] Gribble PA, Bleakley CM, Caulfield BM, Docherty CL, Fourchet F, Fong DTP, et al. 2016 consensus statement of the International Ankle Consortium: Prevalence, impact and long-term consequences of lateral ankle sprains. *British Journal of Sports Medicine*. 2016; 50(24):1493-5. [DOI:10.1136/bjsports-2016-096188] [PMID]
- [27] Thayer JF, Lane RD. A model of neurovisceral integration in emotion regulation and dysregulation. *Journal of Affective Disorders*. 2016; 61(3):201-16 [DOI:10.1016/S0165-0327(00)00338-4]
- [28] de la Motte S, Arnold BL, Ross SE. Trunk-rotation differences at maximal reach of the star excursion balance test in participants with chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training*. 2015; 50(4):358-65. [DOI:10.4085/1062-6050-49.3.74] [PMID] [PMCID]
- [29] Hoch MC, Gaven SL, Weinhandl JT. Kinematic predictors of star excursion balance test performance in individuals with chronic ankle instability

- bility. *Clinical Biomechanics*. 2016; 35:37-41. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2016.04.008] [PMID]
- [30] Calicchio A, Ludwig G, Debeliso M. Is there a relationship between core muscular strength and chronic ankle instability? [PhD. dissertation]. Cedar City, UT: Southern Utah University; 2016. [http://www.academia.edu/download/49544196/7.5\\_JOPER216.pdf](http://www.academia.edu/download/49544196/7.5_JOPER216.pdf)
- [31] Nanbancha A, Tretriluxana J, Limroongreungrat W, Sinsurin K. Decreased supraspinal control and neuromuscular function controlling the ankle joint in athletes with chronic ankle instability. *European Journal of Applied Physiology*. 2019; 119(9):2041-52. [DOI:10.1007/s00421-019-04191-w] [PMID]
- [32] Terada M, Bowker S, Thomas AC, Pietrosimone B, Hiller CE, Gribble PA. Corticospinal excitability and inhibition of the soleus in individuals with chronic ankle instability. *PM&R*. 2016; 8(11):1090-96. [DOI:10.1016/j.pmrj.2016.04.006] [PMID]
- [33] Pietrosimone BG, Gribble PA. Chronic ankle instability and corticomotor excitability of the fibularis longus muscle. *Journal of Athletic Training*. 2012; 47(6):621-6. [DOI:10.4085/1062-6050-47.6.11] [PMID] [PMCID]
- [34] Hass CJ, Bishop MD, Doidge D, Wikstrom EA. Chronic ankle instability alters central organization of movement. *The American Journal of Sports Medicine*. 2010; 38(4):829-34. [DOI:10.1177/0363546509351562] [PMID]
- [35] Docherty CL, Valovich McLeod TC, Shultz SJ. Postural control deficits in participants with functional ankle instability as measured by the balance error scoring system. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2006; 16(3):203-8. [DOI:10.1097/00042752-200605000-00003] [PMID]