

## مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش

پاییز و زمستان ۱۳۹۶  
سال چهارم، شماره دوم؛  
صفحات ۶۳-۵۷

مقاله پژوهشی

## ارتباط نسبت انگشت دوم به چهارم با برخی شاخص‌های آنتروپومتریک و مرتبط با سلامتی و عملکرد جسمانی در دانشجویان فعال و غیرفعال

مصطفی آرمان فر<sup>۱\*</sup>، رضا وحدتی مبارک آباد<sup>۲</sup>، زهرا زارع پور<sup>۲</sup>، حدیثه افتخاری<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۱/۲۱

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۰۱

## چکیده

در مطالعات قبلی مشخص شده است که نسبت انگشت دوم به چهارم رابطه نزدیکی با وضعیت سلامتی و عملکردی افراد دارد. در تحقیقات مشخص شده است نسبت انگشتان، به ویژه نسبت انگشت دوم به چهارم (2D:4D) در دوران جنینی مشخص شده و شکل می‌گیرد و سپس به همان صورت در طول دوران رشد فرد باقی می‌ماند و ارتباط نزدیکی با نیمرخ هورمونی و بسیاری شاخص‌های مرتبط با سلامتی دارد. از اینرو، هدف مطالعه حاضر بررسی ارتباط نسبت انگشت دوم به چهارم با برخی شاخص‌های مرتبط با سلامتی و عملکرد جسمانی در دانشجویان پسر و دختر فعال و غیرفعال بود. تعداد ۹۸ زن و ۱۲۰ مرد دانشجوی فعال و غیرفعال (سن: ۱۸-۲۲ سال؛ شاخص توده بدنی: ۲۲-۲۷ کیلوگرم بر متر مربع) به صورت تصادفی انتخاب شدند. ویژگی‌های آنتروپومتریک شامل طول انگشت دوم و چهارم، دور کمر، دور شکم و درصد چربی و شاخص‌های عملکردی شامل استقامت عضلات بالاتنه (آزمون بارفیکس)، آمادگی قلبی-عروقی (دو ۱۶۰۰ متر)، استقامت عضلات شکم (دراز و نشست)، توان انفجاری پایین تنه (آزمون پرش سارجنت) و استقامت عضلات پایین تنه (پرش زیگزاگ) اندازه‌گیری شد. صرفنظر از وضعیت تمرینی و جنسیت، همبستگی منفی و معنی‌داری بین عملکرد دو ۱۶۰۰ متر مردان و عملکرد دو ۸۰۰ متر زنان با نسبت انگشت دو به چهارم مشاهده شد. علاوه بر این، نتایج نشان داد که همبستگی منفی و معنی‌داری بین عملکرد آزمون‌های استقامت بالاتنه و پایین تنه با نسبت انگشت دو به چهارم وجود دارد. با این حال، همبستگی منفی و ضعیفی بین نسبت انگشت دو به چهارم با دور شکم و دور لگن وجود دارد. بر اساس نتایج مطالعه حاضر به نظر می‌رسد نسبت انگشت دوم به چهارم با عملکرد جسمانی، ویژگی‌های آنتروپومتریک و وضعیت سلامتی مرتبط است.

واژه‌های کلیدی: نسبت انگشت دوم به چهارم، عملکرد جسمانی، دانشجویان، فعال، غیرفعال

تمامی حقوق این مقاله بازمن برای دانشگاه شهید مدنی آذربایجان محفوظ است.



با اسکن QR فوق می‌توانید جزئیات مقاله حاضر را در سایت [www.jahssp.azaruniv.ac.ir/](http://www.jahssp.azaruniv.ac.ir/) مشاهده کنید.

۱. دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز ایمیل: \* نویسنده مسئول: Mostafaarmanfar@yahoo.com

۲. دانشجوی کارشناسی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز

**نحوه ارجاع:** آرمان فر مصطفی، وحدتی مبارک آباد رضا، زارع پور زهرا، افتخاری حدیثه. ارتباط نسبت انگشت دوم به چهارم با برخی شاخص‌های آنتروپومتریک و مرتبط با سلامتی و عملکرد جسمانی در دانشجویان فعال و غیرفعال. دو فصلنامه مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش ۱۳۹۶؛ (۲): ۶۳-۵۷.

## Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology

Autumn/winter2017

Volume 4, Number 2

57-63

### Original Article

## The Relationship between 2D:4D digit ratio with some of health and anthropometric indicators and physical performance in active and inactive college students

Mostafa Armanfar<sup>1\*</sup>, Reza Vahdati Mobarak Abad<sup>2</sup>, Zahra Zarepour<sup>2</sup>, Hadiseh Eftekhari<sup>2</sup>

Received 22 Des 2019; Accepted 10 Apr 2019

### Abstract

In previous studies the ratio between 2D:4D hand digits was proposed as an indicator for evaluation of health status and can be related to physical performance. It is indicated in the literature, digit (2D:4D) ratio develops during fetal and then remains the same for the duration of the human growth and development and is closely related to the hormonal profiles and many health-related indicators. Thus, the purpose of this research was to determine the Relationship between 2D:4D digit ratio with some of health indicators and physical performance in active and inactive male and female college students. Present study investigated this association in male and female young adult students. Participants (120 male and 98 female; age: 18-22 years; body mass index: 22-27 kg/m<sup>2</sup>) were active and inactive student from the University of Tabriz. Anthropometric characteristics of subjects (Bilateral digit), Waist circumference, abdominal circumference and performance indicators including upper extremity muscular endurance (modified pull up test), cardiovascular fitness (1600 m running), abdominal muscular endurance (Sit-up test), lower body explosive power (Sargent jump test) and zigzag jump were measured. Regardless of the training status and sex, significant negative correlations were observed between 1,600 m running performance and male digit ratios. Also, significant negative correlations were observed between 800 m running performance and female digit ratios. In addition, the results showed a significant negative correlation for 2D:4D digit ratio with lower and upper body endurance. However, a weak negative correlation between the 2D:4D digit ratio and Waist and abdominal circumference. Based on the present study, digit ratio is related to physical performance and health status based on anthropometric characteristics.

Keywords: Digit (2D:4D) ratio, physical performance, students, active, inactive



Scan this QR code to see the accompanying video, or visit

[jahssp.azaruniv.ac.ir](http://jahssp.azaruniv.ac.ir)

1. PhD in Exercise Physiology, Exercise Physiology Department, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

\*(Corresponding author)  
Mostafaarmanfar@yahoo.com

2. MSc of Physical Education and Sport Science, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

All rights are reserved for Azarbaijan Shahid Madani University.

**cite as:** Armanfar Mostafa, Vahdati Mobarak Abad Reza, Zarepour Zahra, Eftekhari Hadiseh. The Relationship between 2D:4D digit ratio with some of health and anthropometric indicators and physical performance in active and inactive college students. Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology 2017; 4(2): 57-63.

در مطالعات قبلی مشخص شده است که نسبت انگشت دوم به چهارم رابطه نزدیکی با وضعیت سلامتی جسمانی و حتی ذهنی افراد و آمادگی عملکردی افراد دارد (۱). در تحقیقات مشخص شده است نسبت انگشتان، به ویژه نسبت انگشت دوم به چهارم (2D:4D) در دوران جنینی مشخص شده و شکل می‌گیرد و سپس در طول دوران رشد فرد ثابت باقی می‌ماند و ارتباط نزدیکی با نیمرخ هورمونی و بسیاری شاخص‌های مرتبط با سلامتی از قبیل میزان ابتلا به چاقی، میزان باروری، بیماری‌های قلبی-عروقی و برخی ویژگی‌های رفتاری دارد (۲، ۳). نسبت انگشت دوم به چهارم به طرز منفی با غلظت تستوسترون جنینی و به صورت مثبت با استروژن جنینی ارتباط دارد. از اینرو، به نظر می‌رسد که بالا بودن تستوسترون جنینی و پایین بودن استروژن (کاهش نسبت انگشت دوم به چهارم) به نفع جنین مرد و پایین بودن تستوسترون جنینی و بالا بودن استروژن (افزایش نسبت انگشت دوم به چهارم) مناسب جنین زن است (۴، ۵).

به علاوه، اندازه طول انگشتان جنین تحت تأثیر هورمون‌های جنسی و ژن‌های HOX است. تغییر این هورمون‌ها بر اندازه طول انگشتان اثرگذار است. در طی شکل‌گیری اندام حرکتی و محورهای بدن ژن‌های مؤثر عبارتند از پروتئین‌های خانواده FGF و BMP و Shh. در تعیین هویت انگشتان دخالت دارند. تعیین منطقه‌ای از محور بدن که اندام‌های حرکتی در آن جوانه می‌زنند وابسته به بیان HOX است (۶). اهمیت این مسئله در این نکته نهفته است که با استفاده از نسبت انگشت دوم به چهارم اطلاعات زیادی را می‌توان به دست آورد و در مطالعات زیادی نسبت 2D:4D برای ارزیابی شاخص‌های جسمانی، عملکردی و حتی روانشناختی مردان و زنان ورزشکار نخبه و غیرنخبه و افراد فعال و غیرفعال مورد استفاده قرار گرفته است (۷، ۸). نسبت 2D:4D مردان کمتر (انگشت چهارم بلندتر نسبت به انگشت دوم) از زنان است که این مسئله نشان دهنده تستوسترون بالاتر مردان در دوران جنینی است. همچنین، مطالعات طولی نشان داده‌اند که در مردان همبستگی منفی بین نسبت 2D:4D و عملکرد ورزشی در رشته‌های ورزشی مختلف مانند کشتی (۷)، دو و میدانی (۹)، اسکی صحرانوردی (۱۰) و فوتبال (۸) وجود دارد و حتی ممکن است بتوان از آن به عنوان شاخصی برای تمایز افراد نخبه از غیرنخبه استفاده کرد. با این حال، اطلاعات اندکی در مورد نقش و اهمیت بالقوه این شاخص در پیش‌بینی عملکرد ورزشی در میان افراد غیرفعال و همچنین تأثیر وضعیت تمرینی و جنسیت به صورت همزمان وجود دارد (۱). برای مثال، مانینگ<sup>۱</sup> و همکاران گزارش کردند که مردان با نسبت 2D:4D پایین دارای سرعت دویدن سریع‌تری نسبت به مردان دارای نسبت 2D:4D بالا هستند و نشان دادند که این شاخص حدود ۲۵ درصد از واریانس مشاهده شده در تفاوت در رکورد دوی استقامتی را تبیین می‌کند (۹). به علاوه این نکته باید خاطر نشان شود که در بیشتر مطالعات همبستگی و رابطه بین نسبت 2D:4D با عملکرد استقامتی و سرعتی ارزیابی شده است، اما در مطالعاتی که همبستگی این شاخص با عملکرد توانی و قدرتی بررسی شده است همبستگی ضعیفی گزارش شده است (۸، ۱۱). با این حال، در برخی مطالعاتی که عملکرد توانی و قدرتی ارزیابی شده است این مسئله که نسبت 2D:4D پیش بین ضعیف عملکرد قدرتی و توانی است مورد تأیید قرار نگرفته است (۱۲). از اینرو، برای دستیابی به یک نتیجه قطعی در مورد رابطه این نسبت با عملکرد قدرتی و توانی مطالعات بیشتری باید صورت گیرد. همچنین، این مسئله در برخی مطالعات در هر دو جنسیت تأیید شده است و در برخی مطالعات تنها برای مردان و حتی در برخی مطالعات تأثیر نژاد نیز

گزارش شده است (۱۲-۱۴). بر این اساس و با توجه به تناقضات و ابهامات مشاهده شده در پیشینه پژوهشی حاضر به نظر می‌رسد میزان پیش بین بودن این متغیر در میان جنسیت، سن، رشته‌های ورزشی و نژادهای مختلف به خوبی مشخص نشده است (۲). همچنین، از آنجا تقریباً تمام واکنش‌های فیزیولوژیک بدن تحت کنترل دستگاه اندوکرینی و سطوح هورمونی قرار دارد و ارتباط مثبت نسبت 2D:4D با هورمون‌های جنسی که بر ترکیب بدنی گزارش شده است، به نظر می‌رسد این نسبت با شاخص‌های آنتروپومتریک مانند توده عضلانی، درصد چربی و حتی نسبت WHR (کمر به باسن)<sup>۲</sup> همبستگی دارد که ترکیب بدنی نیز یکی از عوامل مؤثر بر عملکرد جسمانی است (۱۵).

از اینرو، با توجه به تأثیر نژادهای مختلف بر این نسبت، عدم اندازه‌گیری همزمان شاخص‌های جنبه‌های مختلف آمادگی جسمانی و عدم انجام مطالعه‌ای جامع در داخل کشور در این حیطه، مطالعه حاضر با هدف مطالعه حاضر بررسی ارتباط نسبت انگشت دوم به چهارم با برخی شاخص‌های مرتبط با سلامتی و عملکرد جسمانی در دانشجویان پسر و دختر فعال و غیرفعال انجام شد.

### روش‌شناسی تحقیق

در مطالعه توصیفی حاضر از میان دانشجویان فعال (عمدتاً دانشجویان رشته تربیت بدنی) و غیرفعال (سایر رشته‌های تحصیلی)، تعداد ۹۸ زن و ۱۲۰ مرد دانشجوی فعال و غیرفعال (سن: ۲۲-۱۸ سال؛ شاخص توده بدنی: ۲۷-۲۲ کیلوگرم بر متر مربع) به صورت تصادفی انتخاب شدند. شاخص‌های ورود به مطالعه شامل نداشته سابقه ابتلا به بیماری‌های کلیوی، سوخت و سازی و دیابت، نداشتن سابقه مصرف دارو طی سه ماه گذشته، نداشتن آسیب دیدگی به ویژه در ناحیه مچ دست، مفصل شانه و مچ پا و سیگاری نبودن بود. آزمودنی‌های دارای هر یک از مشکلات فوق‌الذکر از مطالعه کنار گذاشته شدند. پس از تکمیل فرم رضایت آگاهانه شرکت در مطالعه، ویژگی‌های آنتروپومتریک شامل قد، وزن، طول انگشت دوم و چهارم، دور کمر، دور شکم و درصد چربی و شاخص‌های عملکردی شامل استقامت عضلات بالاتنه (آزمون بارفیکس)، آمادگی قلبی-عروقی (دو ۱۶۰۰ متر)، استقامت عضلات شکم (دراز و نشست)، توان انفجاری پایین تنه (آزمون پرش سارجنت) و استقامت عضلات پایین تنه (پرش زیگراگ) اندازه‌گیری شد.

نسبت طول انگشتان دست راست بر اساس روش ارائه شده توسط مانینگ و همکاران اندازه‌گیری شد. شاخص‌های بدنی که ارتباط زیادی با غلظت تستوسترون و استروژن سرمی دارند عمدتاً تمایل زیادی برای نمود یافتن در سمت راست بدن دارند، اگرچه در مطالعات تفاوت معنی‌داری بین سمت راست و چپ بدن گزارش نشده است. طول انگشت اشاره (انگشت دوم) و حلقه (انگشت چهارم) از چین نزدیک به تنه تا نوک انگشتان در نظر گرفته شد و به وسیله کولیس فلزی و با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری و در برکه ثبت داده‌ها نوشته شد. هر اندازه‌گیری دو مرتبه تکرار و میانگین دو مرتبه ثبت شد. در نهایت نسبت انگشت دوم به چهارم از تقسیم مقدار انگشت اشاره به انگشت حلقه محاسبه شد (۱۶).

قد ایستاده هر یک از آزمودنی‌ها با استفاده از قدسنج seca (ساخت کشور)، با دقت ۰/۱ سانتی‌متر بدون پوشیدن کفش و جوراب اندازه‌گیری شد، به علاوه، وزن توسط ترازوی دیجیتال با حداقل لباس ممکن با دقت ۱/۰ کیلوگرم اندازه‌گیری شد. شاخص توده بدن (BMI) بر اساس فرمول وزن

<sup>۲</sup> hip to Waist ratio

<sup>۱</sup> Manning

بررسی قدرت پیش‌بینی متغیرها استفاده شد. تمام تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم افزارهای SPSS20 در سطح معنی‌داری  $P \leq 0.05$  انجام شد.

#### یافته‌ها

در جدول شماره ۱ مقادیر (انحراف معیار  $\pm$  میانگین) هر یک از شاخص‌های اندازه‌گیری شده ارائه شده است. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که صرفنظر از وضعیت تمرینی و جنسیت، همبستگی معنی‌داری بین عملکرد دو ۱۶۰۰ متر مردان ( $r=0.67$ ,  $P=0.001$ ) و عملکرد دو ۸۰۰ متر زنان ( $r=0.64$ ,  $P=0.001$ ) با نسبت انگشت دو به چهار مشاهده شد. علاوه بر این، نتایج نشان داد که همبستگی منفی و معنی‌داری بین عملکرد آزمون‌های پرش سارجنت ( $r=0.69$ ,  $P=0.001$ )، استقامت بالاتنه ( $r=0.57$ ,  $P=0.005$ ) و پایین تنه ( $r=0.59$ ,  $P=0.007$ ) و آزمون دراز و نشست ( $r=0.51$ ,  $P=0.019$ ) با نسبت انگشت دو به چهار وجود دارد. با این حال، همبستگی منفی و ضعیفی بین نسبت انگشت دو به چهار با نسبت دور شکم به دور لگن ( $r=0.19$ ,  $P=0.09$ ) و BMI ( $r=0.21$ ,  $P=0.085$ ) وجود دارد (شکل ۱).

تقسیم بر مجذور قد محاسبه شد. همچنین، برای اندازه‌گیری WHR ابتدا در حالت ایستاده کمر و لگن اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری دور کمر (شکم) بخش بین دنده و تاج خاصه (باریک‌ترین قسمت) و برای اندازه‌گیری دور لگن (باسن)، حجیم‌ترین قسمت برجستگی لگن با متر نواری اندازه‌گیری شد، سپس با تقسیم اندازه کمر به لگن، WHR محاسبه شد. دوییدن مسافت ۱۶۰۰ متر (برای مردان) و ۸۰۰ متر برای زنان در پیست دو و میدانی انجام شد و از آزمودنی‌ها خواسته شد تا مسافت مورد نظر را با سریع‌ترین زمان ممکن طی کنند، زمان به دست آمده بر حسب دقیقه و ثانیه ثبت شد.

در اجرای آزمون بارفیکس اصلاح شده، آزمودنی به صورت مورب در زیر میله بارفیکس با آرنج‌های کاملاً کشیده آویزان می‌شود. سپس آزمودنی تلاش می‌کند تا در حالی که بدن خود را صاف نگه می‌دارد چانه خود را به فاصله مشخص شده توسط یک طناب از میله برساند.

میانگین و انحراف استاندارد داده‌های حاصله و آمار توصیفی مربوطه در جدول ۱ ارائه شده است. وضعیت توزیع طبیعی داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف بررسی شد. همبستگی و ارتباط بین با استفاده از آزمون پیرسون بررسی شد. علاوه بر این، از آزمون رگرسیون خطی جهت

جدول شماره ۱. شاخص‌های عملکردی و آنتروپومتریک آزمودنی‌ها حاضر در مطالعه

متغیر	انحراف معیار $\pm$ میانگین	
	مردان	زنان
سن (سال)	۱۷۸/۲۹ $\pm$ ۶/۱۱	۱۶۳/۹۱ $\pm$ ۵/۶۵
قد (سانتی متر)	۷۲/۶۶ $\pm$ ۱۳/۰۸	۵۸/۹۷ $\pm$ ۸/۴۷
وزن (کیلوگرم)	۱۹/۸۴ $\pm$ ۱/۱۹	۲۱/۴۱ $\pm$ ۱/۶۹
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۲/۸۴ $\pm$ ۳/۹۴	۲۱/۹۸ $\pm$ ۳/۲۳
نسبت دور کمر به باسن	۰/۹۲ $\pm$ ۰/۰۹۹	۰/۸۹ $\pm$ ۰/۰۵
بارفیکس (تعداد)	۲۶/۳۸ $\pm$ ۸/۹	۱۱/۳۹ $\pm$ ۹/۹
دراز و نشست (تعداد در دقیقه)	۴۴/۹ $\pm$ ۸/۹	۳۸/۱۶ $\pm$ ۶/۴۶
آزمون پرش سارجنت (سانتی متر)	۴۶/۸۶ $\pm$ ۱۲/۳۵	۳۰/۷۴ $\pm$ ۱۲/۰۵
آزمون زیگزگ (تعداد در دقیقه)	۶۱/۵۴ $\pm$ ۱۳/۲۸	۵۴/۷ $\pm$ ۱۰/۷۶

#### بحث و نتیجه‌گیری

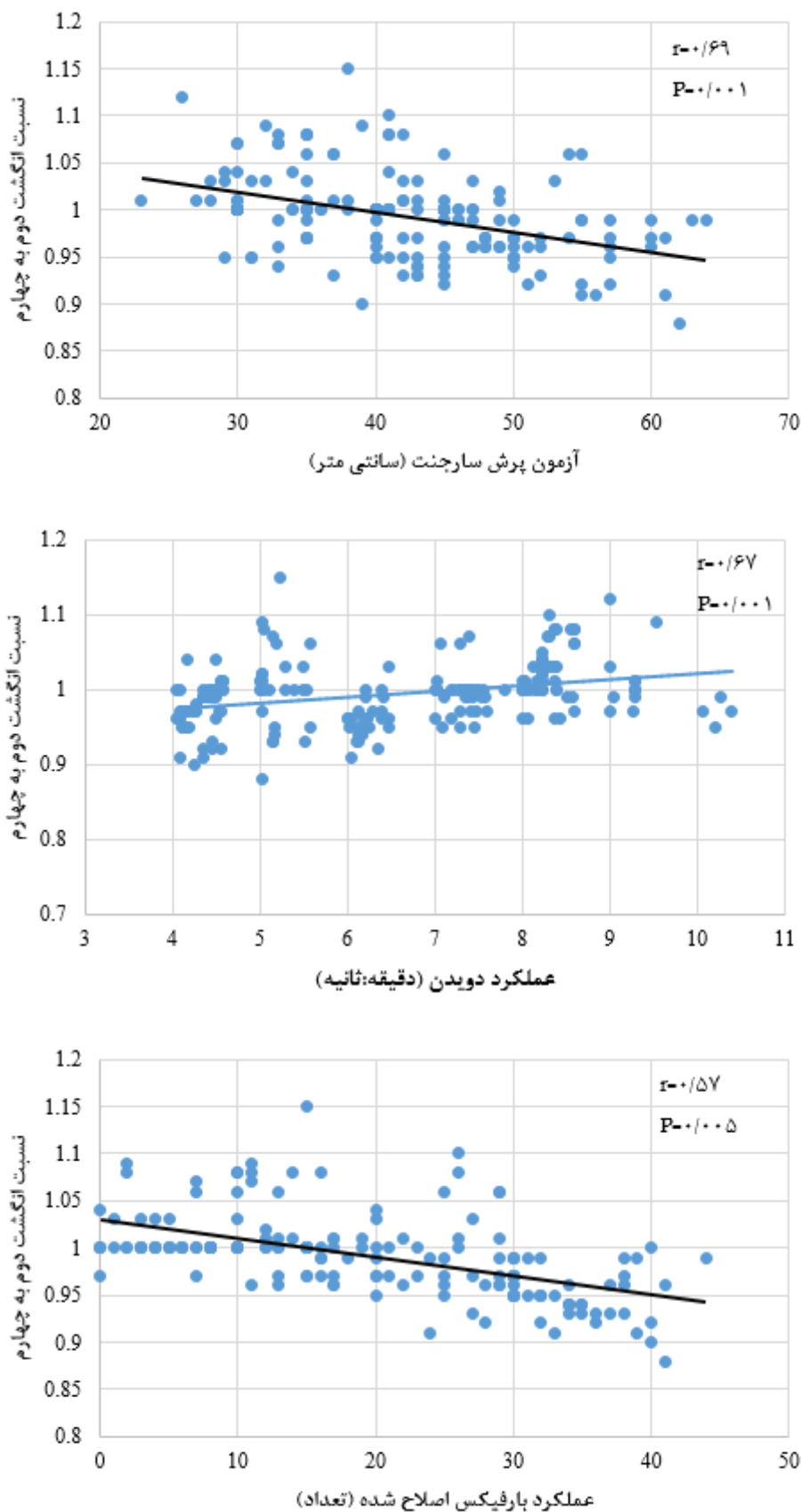
صرف‌نظر از وضعیت تمرینی و جنسیت، همبستگی منفی و معنی‌داری بین عملکرد دو ۱۶۰۰ متر مردان و عملکرد دو ۸۰۰ متر زنان با نسبت انگشت دو به چهار مشاهده شد. علاوه بر این، نتایج نشان داد که همبستگی منفی و معنی‌داری بین عملکرد آزمون‌های استقامت بالاتنه و پایین تنه با نسبت انگشت دو به چهار وجود دارد. با این حال، همبستگی منفی و ضعیفی بین نسبت انگشت دو به چهار با دور شکم و دور لگن وجود دارد. بر اساس نتایج مطالعه حاضر به نظر می‌رسد نسبت انگشت دوم به چهارم می‌تواند نشانگر مناسبی برای شناسایی عملکرد ورزشی بر اساس ویژگی‌های آنتروپومتریک است (۳، ۱۷).

نتایج مطالعه حاضر مبنی بر همبستگی منفی بین نسبت انگشت دوم به چهارم و سطح عملکرد ورزشکاران زن و مرد در راستای نتایج برخی مطالعات از جمله هونه کوپ<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۶)، اراضی و همکاران (۲۰۱۷) و کشاورز و همکاران (۲۰۱۷) قرار دارد (۴، ۷، ۱۸). در این راستا، گزارش شده

است که نسبت انگشت دوم به چهارم با سطح تستوسترون جنینی ارتباط دارد و هرچه این نسبت کمتر باشد، سطح تستوسترون در گردش بالاتر است؛ این نسبت در کل دوران زندگی ثابت باقی می‌ماند و تحت تاثیر دوران بلوغ قرار نمی‌گیرد و از آنجا سطح این هورمون با مقدار توده عضلانی (از طریق افزایش سنتز پروتئین در سطح سلول‌های عضلانی) و متعاقباً قدرت و استقامت عضلانی در ارتباط است، می‌توان انتظار داشت عملکرد جسمانی و ورزشی مرتبط با مقدار توده عضلانی بالاتر باشد (۳، ۱۹).

همچنین، ارتباط بین زمان عملکرد نوبین و ۱۱۵ در میان زنان و مردان فعال و غیرفعال با نسبت انگشت دوم به چهارم به نتایج برخی مطالعات از قبیل اوون<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۹) و مارتیک و همکاران (۲۰۰۲) همسو است (۱۹، ۲۱). در این راستا، اوون و همکاران (۲۰۱۹) با ارزیابی عملکرد شناکاران نوجوان طی یک دوره سه ساله دریافتند که همبستگی منفی قوی بین زمان شای مسافت ۳۰۰، ۳۰۰ و ۱۰۰ متری کرال سینه و ۱۱۵ با نسبت انگشت دوم به چهارم وجود دارد (۱۹).





شکل ۱. نتایج آزمون همبستگی پیرسون برای رابطه بین نسبت انگشت دوم به چهارم با (به ترتیب با بالا به پایین) پرش سارجنت، عملکرد دویدن و بارفیکس علاوه بر سازوکارهای فوق‌الذکر، چندین مطالعه نشان داده‌اند که بین

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، می‌توان نتیجه گرفت که صرفنظر از جنسیت و وضعیت تمرینی پایین بودن نسبت انگشت دوم به چهارم با بهبود عملکرد ورزشی استقامتی، قدرتی و توان انفجاری همراستا است؛ از اینرو به نظر می‌رسد استفاده از این شاخص در برای تمایز میان سطح آمادگی بدنی بین افراد فعال از غیرفعال مفید است و همچنین به دلیل با ثبات بودن آن، سهولت اجرا، عدم صرف هزینه زیاد آزمایشگاهی و همچنین بالا بودن نسبی قدرت پیش بینی احتمالاً استفاده از این معیار در فرآیند ارزیابی سطح آمادگی جسمانی مرتبط با سلامتی، وضعیت سلامت جسمانی و حتی استعدادیابی ورزشی می‌تواند سودمند باشد.

### تشکر و قدردانی

سپاسگزاری: مطالعه حاضر در دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تبریز انجام شده است. از تمام افرادی که در این تحقیق همکاری کرده‌اند، تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

### منابع

1. Kociuba M, Koziel S, Chakraborty R, Ignasiak Z. Sports preference and digit ratio (2D: 4D) among female students in Wrocław, Poland. *Journal of biosocial science*. 2017;49(5):623-33.
2. Ribeiro E, Neave N, Morais RN, Manning JT. Direct versus indirect measurement of digit ratio (2D: 4D) a critical review of the literature and new data. *Evolutionary Psychology*. 2016;14(1):147-158.
3. Kim TB, Kim KH. Why is digit ratio correlated to sports performance? *Journal of exercise rehabilitation*. 2016;12(6):515.
4. Arazi H, Eghbali E, Dadvand S, Pahlevanzadeh M. Relationship between 2D: 4D digit ratio with waist to hip ratio, muscle mass and strength in postmenopausal women. *Feyz Journal of Kashan University of Medical Sciences*. 2017;20.
5. Frick NA, Hull MJ, Manning JT, Tomkinson GR. Relationships between digit ratio (2D: 4D) and basketball performance in Australian men. *American Journal of Human Biology*. 2017;29(3):e22937.
6. Oladipo G, Anugweje K, Jervas K, Amasiatu V, Ipiansi U, Enefe G. Second digit length, fourth digit length and second to fourth digit ratio (2D: 4D): Relevance in the choice of female footballer athletes and female non-footballer athletes in Nigeria. *Anthropology*. 2017;2(1):23-8.
7. Keshavarz M, Bayati M, Farzad B, Dakhili A, Agha-Alinejad H. The Second to Fourth Digit Ratio in Elite and Non-Elite Greco-Roman Wrestlers. *Journal of human kinetics*. 2017;60(1):145-51.
8. Azam Z, Johar I, Zainuddin ZA, Rahman F. Digit ratio and its relationship with aerobic and anaerobic capacities among talented young footballers. *Malaysian Journal of Movement, Health & Exercise*. 2019;8(1).
9. Manning JT, Morris L, Caswell N. Endurance running and digit ratio (2D: 4D): implications for fetal testosterone effects on running speed and

هیپرپلازی مادرزادی آدرنال (CAH)<sup>۱</sup> (که گروهی از بیماری‌های وراثتی اتوزوم مغلوب گفته است که در اثر جهش در ژن‌هایی که واسطه تولید آنزیم‌های مولد کورتیزول و کلسترول در غدد فوق کلیوی هستند پدید می‌آید) و پایین بودن نسبت انگشت دوم به چهارم همبستگی معنی‌دار قوی وجود دارد (۲۰). در مقابل، در بیماران مبتلا به سندرم کلاین فلتز<sup>۲</sup> (این بیماری به علت تریزومی (زیاد بودن) کروموزوم‌های جنسی در مرد ایجاد می‌شود) نسبت انگشت دوم به چهارم به طور معنی‌داری بیشتر از افراد طبیعی است که این مسئله با عملکرد ضعیف در بسیاری از آزمون‌های جسمانی همراه است (۲۱).

همچنین، در برخی مطالعات مشاهده شده است که پایین بودن نسبت انگشت دوم به چهارم همبستگی منفی معنی‌دار و قوی با عملکرد در رشته‌های استقامتی مانند روئینگ ۲۰۰۰ متر و دارا بودن مقادیر بالای اکسیژن مصرفی بیشینه ( $VO_{2max}$ )، سرعت در  $VO_{2max}$  و حداکثر تحمل تجمع لاکتات دارد (۱۲، ۲۲).

عملکرد ورزشی عالی احتمالاً متأثر از تعدادی از ویژگی‌ها مانند کارکرد دستگاه قلبی-عروقی، توانایی‌های شناختی دیداری- فضایی، آمادگی جسمانی بالا و حس رقابت جویی در تمرینات منتج شود که ممکن است به وسیله سطوح بالای آندروژن‌های دوران جنینی بهبود یابد (۲۳). در برخی مطالعات این ارتباط در زنان تنها برای نسبت انگشت دوم به چهارم دست چپ و نه برای نسبت انگشت دوم به چهارم دست راست و برای مردان عکس این معنی‌دار بوده است. مطالعات دیگر ارتباط معنی‌داری تنها در مردان پیدا کردند و نه برای زنان (۱۲، ۱۳) و برخی دیگر از مطالعات تنها ارتباط معنی‌دار را در زنان پیدا کردند و نه برای مردان (۲۴). هر چند در بسیاری از مطالعات توانایی‌های ورزشی به گونه‌ای عینی اندازه‌گیری نشده است و تنها بر اساس اطلاعات گزارش شده به وسیله خود آزمودنی‌ها بوده است (۲۵، ۲۶). اگرچه برخی از نتایج هم اغلب چالش برانگیز و مبتنی بر اندازه اثر پایین بوده‌اند. به علاوه بسیاری از مطالعات منتشر شده که در آنها عملکرد ورزشی و نسبت انگشت دوم به چهارم بررسی شده است بر یک جنبه از آمادگی جسمانی تمرکز کرده‌اند (بیشتر بر قدرت ایستا با اندازه‌گیری قدرت پنجه دست) (۲۷، ۲۸)، اما در مطالعه حاضر تلاش بر آن بوده است که بررسی جامع و عینی از شاخص‌های آمادگی حرکتی و آمادگی مرتبط با سلامت و ارتباط آنها با نسبت انگشت دوم به چهارم در گروه وسیعی از افراد فعال و غیرفعال زن و مرد انجام شود.

همچنین، اگرچه شواهدی وجود دارد مبنی بر این که نسبت انگشت دوم به چهارم زنان در طول دوره قاعدگی به دلیل تغییرات بافت‌های نرم نوسان دارد (۲۹). به علاوه در برخی مطالعات گزارش شده است که نسبت انگشت دوم به چهارم به گونه منفی با نسبت بین تستوسترون و استروژن همبستگی دارد (۳۰)، از اینرو به نظر می‌رسد رابطه انگشت دوم به چهارم در میان زنان نیز قابل مشاهده شد. به علاوه، مطالعه حاضر دارای محدودیت‌های مانند عدم دسترسی محقق به وضعیت ژنتیکی افراد مورد بررسی بود؛ بنابراین، اندازه‌گیری ژنوتیپ‌های مرتبط با انواع مختلف مولفه‌های آمادگی جسمانی در کنار ارزیابی نسبت انگشت دوم به چهارم و آمادگی جسمانی، وضعیت سلامتی و حتی روانشناختی به شناسایی سازوکارهای زیربنایی کمک خواهد کرد.

<sup>۱</sup> congenital adrenal hyperplasia

<sup>۲</sup> Klinefelter syndrome

21. Manning JT, Kilduff LP, Trivers R. Digit ratio (2D: 4D) in Klinefelter's syndrome. *Andrology*. 2013;1(1):94-9.
22. Hill R, Simpson B, Manning J, Kilduff L. Right-left digit ratio (2D: 4D) and maximal oxygen uptake. *Journal of sports sciences*. 2012;30(2):129-34.
23. Manning JT, Taylor RP. Second to fourth digit ratio and male ability in sport: implications for sexual selection in humans. *Evolution and Human Behavior*. 2001;22(1):61-9.
24. Voracek M, Reimer B, Dressler S. Digit ratio (2D: 4D) predicts sporting success among female fencers independent from physical, experience, and personality factors. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2010;20(6):853-60.
25. Narges Ali Niya<sup>†</sup>, Ramin Shabani<sup>†</sup>, Abdolreza Ali Akbari. Comparison of the effects of plyometric and resistance circuit training on body mass index and physical fitness of male teenage student volleyball players. *Biannual Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. Volume 3, Issue 1, Autumn and Winter, 2015, p. 104-114.
26. Sudhakar HH, Majumdar P, Umesh V, Panda K. Second to fourth digit ratio is a predictor of sporting ability in elite Indian male kabaddi players. *Asian journal of sports medicine*. 2014;5(3).
27. Fink B, Thanzami V, Seydel H, Manning JT. Digit ratio and hand-grip strength in German and Mizos men: Cross-cultural evidence for an organizing effect of prenatal testosterone on strength. *American Journal of Human Biology: The Official Journal of the Human Biology Association*. 2006;18(6):776-82.
28. Klapprodt KL, Fitzgerald JS, Short SE, Manning JT, Tomkinson GR. Relationships between the digit ratio (2D: 4D) and game-related statistics in professional and semi-professional male basketball players. *American Journal of Human Biology*. 2018;30(6):e23182.
29. Mayhew T, Gillam L, McDonald R, Ebling F. Human 2D (index) and 4D (ring) digit lengths: their variation and relationships during the menstrual cycle. *Journal of Anatomy*. 2007;211(5):630-8.
30. Lutchmaya S, Baron-Cohen S, Raggatt P, Knickmeyer R, Manning JT. 2nd to 4th digit ratios, fetal testosterone and estradiol. *Early human development*. 2004;77(1-2):23-8.
10. Narges Ali Niya<sup>†</sup>, Ramin Shabani<sup>†</sup>, Abdolreza Ali Akbari. Comparison of the effects of plyometric and resistance circuit training on body mass index and physical fitness of male teenage student volleyball players. *Biannual Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. Volume 3, Issue 1, Autumn and Winter, 2015, p. 104-114.
11. Somayeh Azarian<sup>†</sup>, Asgar Iran pour. Effect of Pyramidal and Reverse-Pyramidal Resistance Training on Electrocardiogram variables In active males. *Biannual Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. Volume 3, Issue 1, Autumn and Winter, 2015, p. 31-43.
12. Longman D, Stock J, Wells J. Digit ratio (2D: 4D) and rowing ergometer performance in males and females. *American journal of physical anthropology*. 2011;144(3):337-41.
13. Zhao D, Li B, Yu K, Zheng L. Digit ratio (2D: 4D) and handgrip strength in subjects of Han ethnicity: impact of sex and age. *American journal of physical anthropology*. 2012;149(2):266-71.
14. Hone LS, McCullough ME. 2D: 4D ratios predict hand grip strength (but not hand grip endurance) in men (but not in women). *Evolution and Human Behavior*. 2012;33(6):780-9.
15. Pruszkowska-Przybylska P, Sitek A, Rosset I, Sobalska-Kwapis M, Słomka M, Strapagiel D, et al. Association of the 2D: 4D digit ratio with body composition among the Polish children aged 6-13 years. *Early human development*. 2018;124:26.
16. Manning JT, Scutt D, Wilson J, Lewis-Jones DI. The ratio of 2nd to 4th digit length: a predictor of sperm numbers and concentrations of testosterone, luteinizing hormone and oestrogen. *Human Reproduction*. 1998;13(11):3000-4.
17. Hsu C-C, Fong T-H, Chang H-M, Su B, Chi C-P, Kan N-W, et al. Low Second-To-Fourth Digit Ratio Has High Explosive Power? A Prepubertal Study. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2018;32(7):2091-5.
18. Honekopp J, Manning JT, Müller C. Digit ratio (2D: 4D) and physical fitness in males and females: Evidence for effects of prenatal androgens on sexually selected traits. *Hormones and Behavior*. 2006;49(4):545-9.
19. Ozen G, Atar O, Koc H. Digit ratio (2D: 4D): relationship with freestyle swimming performance of adolescent well-trained swimmers. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*. 2019;23(3):150-4.
20. Honekopp J, Watson S. Meta-analysis of digit ratio 2D: 4D shows greater sex difference in the right hand. *American Journal of Human Biology*. 2010;22(5):619-30.