Archive of SiD

پژوهش‌های مدیریت ورزشی و علوم حرکتی
سال دوم – شمارهٔ ۳ – تابستان ۱۳۹۱
۱۱

مقایسه برخی متغیرهای کلینیکی اندام تحتانی در دانشجویان دختر با کف پای صاف و ساختار پای طبیعی

مهرداد عنبریان*[۱]، مهناز مروی اصفهانی[۲]

تاریخ دریافت : ۹۰/۱۱/۱۹ تاریخ تصویب: ۹۱/۳/۳۱

چکیده

فرض بر این است که ساختار آناتومیکی پا می‌تواند بر وضعیت عضلانی- اسکلتی اندام تحتانی مؤثر باشد و در نتیجه، تغییراتی در راستا و عملکرد آن ایجاد کند. هدف این تحقیق، اندازه‌گیری برخی از متغیرهای کلینیکی اندام تحتانی شامل طول تاندون آشیل، زاویه Q و سفتی عضلات همسترینگ در دانشجویان دختر مبتلا به کف پای صاف در مقایسه با گروه کنترل بود.

تعداد ۲۴ دانشجوی دختر مبتلا به دفورمیتی کف پای صاف و ۲۴ دانشجوی فاقد دفورمیتی با سن، قد و وزن مشابه به روش جور کردن و همتاسازی در این تحقیق شرکت کردند. ساختار کف پا با روش افتادگی استخوان ناوی، طول تاندون آشیل از طریق آزمون لانگ، راستای زانو با زاویهٔ Q و سفتی عضلهٔ همسترینگ از طریق آزمون اکستنشن فعال زانو اندازه‌گیری شدند. از روش آماری t مستقل برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد ($p < ۰/۰۵$).

مقادیر آزمون لانگ، زاویهٔ Q و سفتی همسترینگ در گروه مبتلا به کف پای صاف به طور معناداری بیشتر از گروه کنترل بود (به ترتیب: $p=۰/۰۱$ و $p=۰/۰۰۰$).

افراد با کف پای صاف دارای تاندون آشیل طویل‌تر، میزان سفتی بیشتر عضلهٔ همسترینگ و زاویهٔ Q بزرگ‌تر هستند که ممکن است که در عملکرد اندام تحتانی و درد در ناحیهٔ پا مؤثر باشد. این تأثیرات می‌تواند اطلاعات مفیدی را در ارزیابی و طراحی برنامهٔ درمانی در اختیار محققین قرار دهد.

واژگان کلیدی: کف پای صاف، طول تاندون آشیل، سفتی عضلات همسترینگ

۱. دانشیار دانشگاه بوعلی سینا همدان*
۲. مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد
E-mail: m_anbarian@yahoo.com
E-mail: mahnazmarvi@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SiD

مقدمه

پا دارای ساختار ویژه‌ای است که ضمن فراهم کردن سطح اتکاء مطمئن برای ایستادن و حرکات انتقالی، فشارهای زیاد وارده به پا را متحمل می‌شود (Levangie & Norkin, 2005). به منظور ایجاد ثبات و حرکت در اندام تحتانی، ساختارهای انتهایی اندام تحتانی که شامل مفاصل، لیگامنت‌ها و عضلات مچ پا و پا است، طوری طراحی شده‌اند که در وضعیت ایستاده، می‌توانند وزن بدن را با حداقل هزینه انرژی تحمل کنند (Carolyn & Lynn, 2007). یکی از مشکلاتی که اکثر افراد با کف پای صاف با آن مواجه هستند، درد کف پا است (Otise, 2004). اگر چه دلایل چندی برای این درد وجود دارد، ولی دلیل اصلی آن ناشی از کار بیش از حد عضلات کف پایی است که جهت ثابت کردن قوس کف پایی به کار گرفته می‌شوند. کف پای صاف یکی از دفورمیتی‌های ساختاری شایع در کف پا است که به کاهش ارتفاع قوس طولی داخلی اطلاق می‌شود و براساس شدت و ضعف تغییر شکل، میزان کاهش ارتفاع قوس طولی داخلی متفاوت است. یکی از علل این تغییر شکل، کوتاهی عضلهٔ نازک نی طویل، کشیده شدن عضلات درشت نی قدامی و درشت نی خلفی است (سخنگویی، ۱۳۷۹).

طول تاندون آشیل نیز یکی دیگر از نشانه‌ها و متغیرهای مورد توجه در بررسی دفورمیتی‌های ساختاری کف پا است. برای مثال، بیشتر محققین از کوتاهی طول تاندون آشیل (۲۱ تا ۶۳ درصد) به عنوان یکی از علائم شناسایی دفورمیتی کف پای گود یا ازدیاد قوس طولی داخلی پا نام برده اند (Burns & Crosbie, 2005). اما نکتهٔ جالب توجه اینکه برخی از پژوهشگران کوتاهی تاندون آشیل را در دفورمیتی کف پای صاف گزارش کرده اند (Root et al., 1977; Van Boerum & Sangeorzan, 2003; Donatelli, 1996). به علت تناقضات موجود در این زمینه، بررسی تغییرات طول تاندون آشیل در دفورمیتی کف پای صاف می‌تواند در ارائهٔ اطلاعات دقیق‌تر در شناسایی و برنامه‌های درمانی این عارضه کمک کننده باشد.

طبیعی بودن پاسچر زانو، یکی دیگر از متغیری‌هایی است که در بررسی دفورمیتی‌های اندام تحتانی و به ویژه در ساختار غیرطبیعی پا مورد توجه است (سخنگویی، ۱۳۷۹). برای نمونه، می‌توان به پاسچر غیر طبیعی زانوی ضربدری اشاره کرد که با برخی از نشانه‌ها و بدشکلی‌های ساختاری اندام تحتانی نظیر کف پای صاف و پرونیشن بیش از حد مفصل تحت قاپی، چرخش خارجی درشت نی، اداکشن و چرخش داخلی بیش از حد ران همراه است (عنبریان و خداویسی، ۱۳۸۸؛ Otise, 2004). تغییرات عضلانی که در زانوی ضربدری اتفاق می‌افتد، شامل کوتاهی عضلهٔ دوسر رانی (همسترینگ خارجی) و ضعف عضلات نیم غشایی و نیم وتری (همسترینگ داخلی) می‌باشد (سخنگویی، ۱۳۷۹). عضلات همسترینگ خارجی در فلکشن زانو و چرخش خارجی درشت نی و همسترینگ داخلی در فلکشن زانو و چرخش داخلی درشت نی نقش داشته و به عبارتی تحرک درشت نی توسط این عضلات انجام می‌گیرد (Kendal et al., 2005).

بنابراین، ارزیابی قابلیت انعطاف پذیری عضلات همسترینگ، در معاینات کلینیکی آسیب های عضلانی و اسکلتی کاربرد فراوان دارد. کاهش انعطاف پذیری عضلات همسترینگ می‌تواند دلالت بر سفتی عضلانی در ناحیه خلفی زانو داشته باشد. به کارگیری اصطلاح سفتی عضلانی[1] در این مقاله، اشاره به درک قابلیت کاهش انعطاف پذیری گروه عضلانی همسترینگ دارد. به طور معمول، معایناتی نظیر ترکیب حرکات فلکشن مفصل ران و اکستنشن زانو برای اندازه‌گیری میزان انعطاف‌پذیری عضلهٔ همسترینگ استفاده می‌شود. این حرکت ترکیبی باعث می‌شود که ساختارهای خلفی زانو و ران نظیر عضلات

[1]. Tight muscle

www.SID.ir

Archive of SiD

همسترینگ، اعصاب و بافت‌های پیوندی حول محورهای چرخشی مفاصل ران و زانو کشیده شوند (Rebain et al., 2002). به همین منظور، بررسی سفتی گروه عضلانی همسترینگ در ناهنجاری‌های اندام تحتانی یک ضرورت است.

با توجه به تأثیر متغیرهای ذکر شده بر راستای قرار گیری مفاصل اندام تحتانی، این تحقیق با هدف بررسی طول تاندون آشیل، زاویهٔ Q و میزان سفتی عضلهٔ همسترینگ در دانشجویان دختر مبتلا به کف پای صاف در مقایسه با گروه کنترل انجام شد.

روش‌شناسی تحقیق

تعداد ۲۴ دانشجوی دختر مبتلا به دفورمیتی کف پای صاف (سن: ۲/۰۸ ± ۲۱/۲۵ سال، قد: ۵/۰۲±۱۶۳/۶ سانتی متر، وزن: ۹/۷۵±۶۱/۷۵ کیلوگرم) انتخاب و ۲۴ دانشجوی فاقد دفورمیتی (سن: ۶/۲۶±۲۳/۵۸ سال، قد: ۷/۵±۱۶۵/۲۱، وزن: ۸/۸۸±۵۹/۹۶ کیلوگرم) به روش جور کردن و همتاسازی در این تحقیق شرکت کردند. اختلاف معناداری بین متغیرهای سن، قد و وزن دو گروه وجود نداشت.

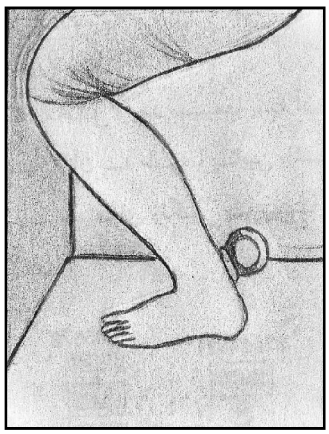
برای اندازه‌گیری ساختار کف پا از روش افتادگی استخوان ناوی[1] استفاده شد. به این منظور، آزمودنی ابتدا در حالی که بر روی صندلی نشسته و کف پا را بدون تحمل وزن بر روی زمین قرار می‌داد، مفصل تحت قاپی توسط آزمونگر در حالت خنثی قرار داده می‌شد. سپس، ارتفاع برجستگی استخوان ناوی تا زمین اندازه‌گیری شد. ارتفاع برجستگی استخوان ناوی تا زمین دوباره در وضعیت ایستاده و تحمل وزن انجام شد. اختلاف مقادیر به دست آمده در دو وضعیت نشسته و ایستاده به میلی‌متر ثبت و به عنوان اندازه افتادگی استخوان ناوی در نظر گرفته شد. اگر اختلاف حاصله بین ۵ تا ۹ میلی‌متر بود، ساختار پا طبیعی و اگر بیش از ۱۰ میلیمتر بود، به عنوان کف پای صاف در نظر گرفته می‌شد (Bencke et al., 2011; Levinger et al., 2010).

طول تاندون آشیل، بازتاب مورد قبولی از کشش عضلهٔ نعلی و دوقلو است که از طریق مقدار آن در وضعیت دورسی فلکشن مفصل مچ پا به دست می‌آید (Bennell, 1999). بنابر این، دورسی فلکشن مفصل مچ پا در وضعیت تحمل وزن از طریق آزمون لانگ[2] اندازه‌گیری شد (Bennell, 1999). آزمودنی ابتدا پا را در مقابل دیوار جا به جا می‌نمود تا حداکثر زاویهٔ دورسی فلکشن مچ پا بدون اینکه پاشنه از زمین بلند شود، به دست آید. سپس شیب سنج[3] بر روی خط وسط تاندون آشیل قرار داده و مقدار آن ثبت می شد (شکل۱). روایی و تکرار پذیری این آزمون کلینیکی برای اندازه‌گیری طول تاندون آشیل که به طور مکرر در تحقیقات کلینیکی استفاده می‌شود، در تحقیقات قبلی به دست آمده است (Burns & Crosbie, 2005).

[1]. Navicular-drop test
[2]. Lunge test
[3]. Inclinometer

www.SID.ir

Archive of SiD



شکل ۱. روش اندازه‌گیری طول تاندون آشیل از طریق آزمون لانگ

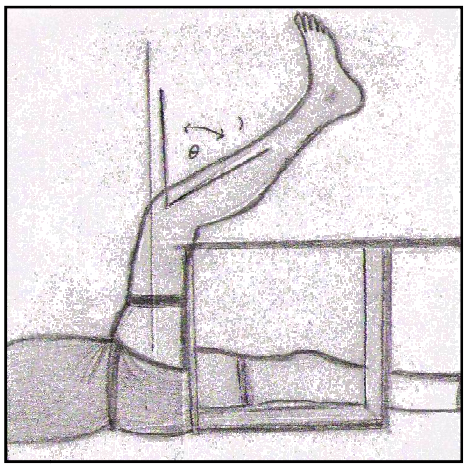
برای اندازه‌گیری پاسچر زانو از اندازهٔ زاویه Q استفاده شد (Horton & Hall, 1989). در این روش، ابتدا نقاط مشخص شده بر روی خار خاصره‌ای قدامی فوقانی و مرکز استخوان کشکک به یکدیگر وصل می شد. خط دیگری، مرکز کشکک را به برجستگی قدامی درشت نی متصل می‌کرد به طوری که دو خط حاصله یکدیگر را در مرکز کشکک قطع کنند. زاویهٔ حاصله با گونیامتر به عنوان زاویهٔ Q ثبت شد.

آزمون اکستنشن فعال زانو[1] برای ارزیابی سفتی عضلهٔ همسترینگ استفاده شد که تکرارپذیری و روایی این آزمون در تحقیقات قبلی به دست آمده است (Cameron & Bohannon, 1993; Gajdosik & Lusin, 1983). به این منظور، آزمودنی در وضعیت طاق باز پای خویش را از مفصل ران در وضعیت فلکشن ۹۰ درجه بر روی جعبه قرار می‌داد و پای مخالف بر روی تخت به حالت کشیده قرار می‌گرفت. برای ثابت نگه داشتن اندام تحتانی، پاهای آزمودنی از ناحیهٔ ران با نوار بسته می‌شد. در حالی‌که یک بازوی گونیامتر یونیورسال با خط عمود و بازوی دیگر با قوزک خارجی ثابت شده بود، از فرد خواسته می‌شد که آرام ساق پا را از ناحیهٔ زانو باز کند هر جا اولین احساس کشیدگی، مقاومت و یا درد (نقطه اتمام آزمون اکستنشن فعال زانو) را حس می‌کرد، پا را در همان وضعیت نگه می‌داشت و زاویه توسط گونیامتر ثبت می‌شد (شکل ۲). برای تطبیق با اندازهٔ گونیامتر، از وضعیت نقطه اتمام آزمون اکستنشن فعال زانو، عکس دیجیتالی گرفته و با نرم افزار اتوکد زاویهٔ زانو بر روی عکس محاسبه می‌شد. مقادیر بیش از ۱۵ درجه بیانگر سفتی همسترینگ است (Cameron & Bohannon, 1993; Zeller et al., 2003). کلیهٔ اندازه‌گیری‌ها سه بار تکرار و میانگین اندازه‌گیری‌ها با استفاده از تست آماری تی مستقل تجزیه و تحلیل شد ($p<۰/۰۵$).

[1]. Active Knee Extension (AKE)

www.SID.ir

Archive of SiD



شکل ۲. آزمون اکستنشن فعال زانو

نتایج

همان‌طور که در جدول۱ نشان داده شده است، گروه‌های شرکت کننده در این تحقیق، به طور قابل ملاحظه‌ای در اندازهٔ افتادگی استخوان ناوی به عنوان معرف نوع ساختار آناتومیکی پا با هم تفاوت داشتند (p=۰/۰۰۰).

جدول۱: میانگین، انحراف معیار و سطح معنی داری متغیرهای اندازه‌گیری شده بین گروه‌های تحقیق

متغیر ها	گروه کنترل	گروه کف پای صاف	ارزش p
افتادگی استخوان ناوی (میلی متر)	۵/۵۴±۱/۶۴	۱۵/۷۱±۶/۳۴	۰/۰۰۰
آزمون لانگ (درجه)	۲۵/۹۰±۶/۱۵	۳۰/۲۰±۵/۲۱	۰/۰۱
زاویه Q (درجه)	۱۴/۷۱±۶/۰۲	۲۱/۲۸±۳/۵۷	۰/۰۰۰
آزمون اکستنشن فعال زانو (درجه)	۳۲/۴۵±۱۲/۷۷	۴۲/۷۱±۱۱/۲۵	۰/۰۰۳

نتایج مربوط به آزمون لانگ که معرفی از طول تاندون آشیل است، نشان داد که آزمودنی‌های گروه مبتلا به کف پای صاف از کشیدگی یا طول بیشتر حدوداً ۱۴ درصدی تاندون آشیل نسبت به گروه کنترل برخوردار هستند (P=۰/۰۱).

گروه مبتلا به کف پای صاف دارای زاویهٔ بزرگ‌تر در مقایسه با گروه کنترل بودند (P=۰/۰۰۱). این نتیجه نشان دهندهٔ وجود والگوس در راستای زانوی (وضعیت زانوی ضربدری) گروه کف پای صاف است.

نتایج نشان داد که سفتی گروه عضلانی همسترینگ در گروه کف پای صاف حدود ۲۴ درصد بیشتر از گروه کنترل است (P=۰/۰۰۳). با وجود این، سفتی عضلهٔ همسترینگ در هر دو گروه از حد نرمال بالاتر بود. بر اساس گزارشات ارائه شده، مقادیر بیشتر از ۱۵ درجه در آزمون اکستنشن فعال زانو مبین سفتی عضلات همسترینگ است (Bohannon, 1993; Zeller et al., 2003).

بحث و نتیجه‌گیری

هدف این مطالعه، اندازه‌گیری برخی از متغیرهای کلینیکی متداول اندام تحتانی مشتمل بر طول تاندون آشیل، زاویه Q و سفتی عضلهٔ همسترینگ در دانشجویان دختر مبتلا به کف پای صاف در مقایسه با گروه کنترل بود. همان‌گونه که یافته‌های

www.SID.ir

Archive of SiD

این تحقیق نشان داد، طول تاندون آشیل در آزمودنی‌های مبتلا به کف پای صاف در مقایسه با افراد فاقد این عارضه بیشتر بود. هرچند این نتایج با گزارش برخی از محققین نظیر بورنز و کروسبی[1] (۲۰۰۵) همسو است (Burns & Crosbie, 2005)، اما با نتایج گروهی دیگر از مطالعات که ارتباط بین کوتاهی تاندون آشیل و کف پای صاف را ارائه داده‌اند (Donatelli, 1996; Root et al., 1977; Van Boerum & Sangeorzan, 2003)، در تناقض است. در تفسیر و توجیه این اختلاف می‌توان اشاره به این مطلب داشت که در دفورمیتی کف پای صاف، پا در وضعیت پرونیشن اضافی در مفصل تحت قاپی در هنگام تحمل وزن قرار می‌گیرد. در این حالت، استخوان ناوی با فشار پلنتار فلکشن و اداکشن استخوان تالوس، به سمت پایین فشرده می‌شود و در نتیجه، باعث کاهش قوس طولی داخلی می‌شود. این حالت به صورت برآمدگی داخلی در سرتاسر تالوس مشاهده می‌شود. به نظر می‌رسد که اداکشن تالوس باعث افزایش تقعر زیر قوزک خارجی در یک نمای خلفی (پاشنه در وضعیت اورشن) می‌گردد. پرونیشن اضافی با ضعف عضلات پلنتار فلکسور و به ویژه عضلهٔ دوقلو همراه است (Otise, 2004).

چون این عضلات عمل اینورشنی دارند و در کف پای صاف، پا به طور مداوم در حالت اورشن قرار دارد لذا این عضلات در معرض ضعف ناشی از کشیدگی هستند که می‌تواند با بروز درد در ناحیه پا در ارتباط باشد (Badlissi, 2005; Statler, & Tullis, 2005). بنابراین، مطابق با مباحث تئوریکی بیان شده و از منظر بیومکانیکی طول تاندون آشیل در کف پای صاف بایستی طویل‌تر باشد (Otise, 2004).

در بررسی پاسچر زانو، تحقیقات انجام شدهٔ پیشین بیان داشته‌اند که زاویهٔ Q بزرگ‌تر از ۱۵ – ۲۰ درجه در زنان شیوع بیشتری نسبت به مردان دارد (Hvid, 1981) که می تواند بر وجود زانوی ضربدری در زنان موثر باشد. نتایج این تحقیق نیز نشان داد که میزان زاویهٔ Q در دانشجویان مبتلا به کف پای صاف بیشتر از گروه کنترل است که می‌تواند علامتی برای والگوس زانو در گروه کف پای صاف نسبت به گروه کنترل باشد. این یافته‌ها بیانگر ارتباط ساختار پا با پاسچر زانو می‌باشد که از سوی محققین مطرح شده است. به عنوان مثال، عنبریان و خداویسی (۱۳۸۸) بزرگ‌تر بودن زاویهٔ Q در افراد مبتلا به صافی کف پا را پیش از این گزارش کرده‌اند. در زانوی ضربدری، استخوان درشت نی در وضعیت چرخش خارجی قرار می‌گیرد و عضلات نیم وتری و نیم غشایی دچار ضعف ناشی از کشیدگی و عضلهٔ دو سررانی دچار ضعف ناشی از کوتاهی می‌شود. چرخش خارجی درشت نی باعث کاهش پرونیشن در مفصل تحت قاپی می‌شود. از طرفی، در کف پای صاف به علت پرونیشن اضافی، درشت نی در وضعیت چرخش داخلی قرار می‌گیرد (Otise, 2004). به نظر می‌رسد که این تداخل وضعیت باعث کم تحرکی درشت نی شود. همچنین، عضلات همسترینگ داخلی و خارجی به ترتیب باعث چرخش‌های داخلی و خارجی درشت نی می‌شوند و در نتیجه، با کم تحرکی درشت نی عملکرد عضلات همسترینگ کمتر شده و باعث سفتی عضلات همسترینگ می‌شود. نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که میزان سفتی عضلهٔ همسترینگ در افراد با کف پای صاف به همراه زانوی ضربدری بیشتر از افراد با پای طبیعی است.

یافته‌های این تحقیق نشان داد که برخی از اندازه‌های کلینیکی اندام تحتانی نظیر طول تاندون آشیل در افراد با کف پای صاف بیشتر از افراد با ساختار طبیعی پا است. همچنین، ناهنجاری والگوس در پاسچر زانو به دلیل زاویهٔ Q بزرگ‌تر و سفتی بیشتر عضلهٔ همسترینگ از مشخصه‌های این اندازه‌ها در افراد با کف پای صاف در قیاس با گروه کنترل است. توجه به این نتایج می‌تواند به اثر بخشی برنامه‌های درمانی و اصلاحی و مطالعهٔ دقیق و جامع‌تر دفورمیتی‌های پا کمک کند. برای مثال،

[1]. Burns and Crosbie

www.SID.ir

Archive of SiD

در ارزیابی عملکرد اندام تحتانی افراد با دفورمیتی‌های ساختاری کف پا، به فعالیت عضلانی عمل کننده بر روی زانو نظیر عضلات همسترینگ و یا راستای قرار گیری زانو کمتر توجه می‌گردد. بنابراین، نتایج این تحقیق، توجه بیشتر محققین را به کنترل این متغیرها معطوف می‌دارد.

منابع

۱. سخنگویی، یحیی (۱۳۷۹)، حرکات اصلاحی. ترجمه و تألیف، چاپ اول. انتشارات اداره کل تربیت بدنی پسران وزارت آموزش و پرورش.

۲. عنبریان، مهرداد و خداویسی، حمیده (۱۳۸۸)، «مقایسه انواع ساختار کف پایی دانش آموزان دختر دوره راهنمایی بر روی زاویه کیو»، مجله پژوهش علوم انسانی دانشگاه بوعلی سینا، ۱۷، ۲۱۰-۲۰۳.

3. Badlissi, F., Dunn, JE., Link, CL., Keysor, JJ., McKinalay, JB. & Felson, DT., 2005. Foot musculoskeletal disorders, pain and foot related functional limitation in older persons. J Am geriatr Soc; 53: 1029-1033.

4. Bencke, J., Christiansen, D., Jensen, K., Okholm, A., Sonne-Holm, S. & Bandholm, T., 2011. Measuring medial longitudinal arch deformation during gait. A reliability study. Gait & posture; 22: 20-31.

5. Bennell, K., Khan, KM., Matthews, B., De Gruyter, M., Cook, E., Holzer, K. & Wark, JD., 1999. Hip and ankle range of motion and hip muscle strength in young novice female ballet dancers and controls. Br J Sports Med; 33:340–

6. Burns, J. & Crosbie, J., 2005. Weight bearing ankle dorsiflexion range of motion in idiopathic pes cavus compared to normal and pes planus feet. The Foot; 15: 91–94.

7. Cameron, DM. & Bohannon, RW., 1993. Relationship between active knee extension and active straight leg raise test measurements. J Orthop Sports Phys Ther; 17:257–60.

8. Carolyn, K. & Lynn, AC., 2007. Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques. 5th ed. F. A. Davis Company, Philadelphia.

9. Donatelli, RA., 1996. The biomechanics of the foot and ankle. 2nd ed. Philadelphia: F.A. Davis.

10. Gajdosik, R. & Lusin, G., 1983. Hamstring muscle tightness. Reliability of an active-knee-extension test. Phys Ther; 63:1085–90.

11. Horton, MG. & Hall, TL., 1989. Quadriceps femoris muscle angle: normative values and relationships with gender and selected skeletal measures. Phys Ther; 69: 897–901

12. Hvid, I., Anderson, IB. & Schmidt, H., 1981. Chondromalacia patellae: the relation of abnormal joint mechanics. Acta Orthop Scand; 52: 661–666.

13. Kendal, FP., McCreary, EK., Provance, PG., Rodgers, MM. & Romani, WA., 2005. Muscles – Testing and Function with Posture and Pain, fifth ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.

14. Levangie, PK. & Norkin CC., 2005. Joint structure and function: a comprehensive analysis. F. A. Davis Company, Philadelphia.

www.SID.ir

Archive of SiD

15. Levinger, P., Menz, HB., Fotoohabadi, MR., Feller, JA., Bartlett, JR. & Bergman, NR., 2010. Foot posture in people with medial compartment knee osteoarthritis. J Foot Ankle res; 16(3):29.
16. Moseley, AM., Crosbie, J. & Adams, R., 2001. Normative data for passive ankle plantarflexion-dorsiflexion flexibility. Clin Biomech; 16:514–21.
17. Otise, CA., 2004. Kinesiology mechanics and pathomechanics of human movement. Lippincott Wilkins and wolters chapter: 45- 46 .
18. Rebain, R., Baxter, GD. & McDonough, S., 2002. A systematic review of the passive straight leg raising test as a diagnostic aid for low back pain (1989 to 2000). Spine; 27: E388–95.
19. Root, ML., Orien, WP. & Weed, JH., 1977. Normal and abnormal function of the foot. Los Angeles. Clin Biomech Corp.
20. Statler, TK. & Tullis, BL., 2005. Pes cavus. J AM Podiatr Assoc; 95: 42-52
21. Van Boerum, DH. & Sangeorzan, BJ., 2003. Biomechanics and pathophysiology of flat foot. Foot Ankle Clin; 8:419–30.
22. Zeller, BL., McCrory, JL., Kibler, WB. & Uhl, TL., 2003. Differences in kinematics and electromyographic activity between men and women during the single-legged squat. Am. J. Sports Med; 31: 449–457.

به این مقاله این گونه استناد کنید:
عنبریان، مهرداد و مروی اصفهانی، مهناز (۱۳۹۱)، «مقایسه برخی متغیرهای کلینیکی اندام تحتانی در دانشجویان دختر با کف پای صاف و ساختار پای طبیعی»، پژوهش‌های مدیریت ورزشی و علوم حرکتی، ۲ (۳)، ۱۸- ۱۱.

www.SID.ir