مقاله پژوهشی

بررسی تاثیر دو نوع پرش مختلف بر سفتی عمودی اندام تحتانی و شاخص های عملکرد در زنان جوان سالم

سیده مریم حجازی[1] ، دکتر آزاده شادمهر[2] ، دکتر غلامرضا علیایی[3] ، دکتر سعید طالبیان[3]

1- دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیوتراپی دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران

2- دانشیار گروه فیزیوتراپی دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران

3 - استاد گروه فیزیوتراپی دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران

چکیده

زمینه و هدف: افراد معمولا از مدلهای مختلفی برای پرش ارتفاع استفاده می نمایند. به نظر می رسد هریک از انواع پرش می تواند اثرات متفاوتی بر پارامتر های بیومکانیکی بدن داشته باشد. این تحقیق اثر دو نوع پرش بر شاخص های عملکرد و نیز سفتی عمودی اندام تحتانی به عنوان پاسخ مکانیکی بدن به اغتشاشات حین پرش را مورد بررسی قرار داده است.

روش بررسی: سفتی عمودی اندام تحتانی و نیز شاخص های عملکرد شامل ارتفاع پرش، زمان پرش، زمان تماس و توان در 25 خانم جوان سالم حین انجام دو نوع پرش squat (Squat Jump: SJ) و countermovement (Counter Movement Jump: CMJ) بررسی گردید.

یافته‌ها: شاخص های سفتی عمودی اندام تحتانی (P=0/028) و ارتفاع پرش (P=0/039) به شکل معناداری در پرش CMJ بیشتر از SJ بود. نوع پرش بر متغیرهای زمان پرش (P=0/1)، زمان تماس (P=0/7). و توان (P=0/3) تاثیر معناداری نگذاشت.

نتیجه‌گیری: پرش CMJ با افزایش تولید نیروی عضلانی، کار انجام شده و نیروی واکنشی زمین سبب بهبود در عملکرد پرش می گردد. افزایش میزان سفتی عمودی نیز از سویی با بهبود عملکرد و از سوی دیگر با افزایش احتمال آسیب همراه می باشد.

کلیدواژه ها: سفتی عمودی اندام تحتانی، عملکرد، پرش ارتفاع، صفحه نیرو

(ارسال مقاله:1390/10/20، پذیرش مقاله 1390/12/22)

نویسنده مسئول: تهران میدان مادر، خ شهید شاه نظری ،دانشکده توانبخشی علوم پزشکی تهران

Email: shadmehr@tums.ac.ir

مقدمه

توانایی شتاب بخشیدن به بدن از حالت استراحت برای عملکرد موفق در بسیاری از فعالیت های اندام تحتانی ضروری می باشد(1). بررسی پرش ارتفاعیکی از معتبرترین و رایج ترین شیوه‌های ارزیابی عملکرد می باشد(2). این پرش یا به شکل Counter Movement Jump(CMJ) همراه با فلکسیون سریع در هیپ و زانو و مچ پا قبل از پرش شروع می‌شود و یا از وضعیت چمباتمه انجام می‌گردد، که به آن پرش از حالت چمباتمه(Squat Jump:SJ) می‌گویند. مکانیسم CM سبب افزایش فعالیت عضلانی، افزایش کار انجام شده، افزایش نیروی واکنش زمین و همینطور افزایش جابجایی مرکز ثقل می‌گردد (۳،۴). در SJ توانایی تولید سریع نیرو، تنها در شرایط کانسنتریک است در حالیکه CMJ با یک فاز اکسنتریک و چرخه کشش-کوتاه شدن آغاز می شود و به فاز کانسنتریک ختم می‌گردد(5). بنابراین استفاده از هر مدل پرش اطلاعاتی از خصوصیات انقباضات نیز در اختیار ما قرار می‌دهد.

سفتی عمودی اندام تحتانی (Vertical leg stiffness, VKleg) پاسخ مکانیکی بدن و نشان دهنده توانایی مقاومت اندام تحتانی در برابر نیروی بسیار زیادی است که حین فرود آمدن از پرش، بر بدن وارد میشود(6). ارزیابی این شاخص و بررسی ارتباط آن با عملکرد می‌تواند در تبیین سطح آمادگی افراد جهت انجام فعالیت‌های ورزشی و یا معیاری برای تخمین زمان بازگشت ورزشکاران آسیب دیده به فعالیت اولیه آنها باشد. محاسبه VKleg به روش های مختلفی صورت می گیرد که محاسبه آن به کمک صفحه نیرو (force plate) و از طریق تقسیم تغییرات نیروی واکنش زمین بر جابجایی مرکز ثقل بدن ممکن می شود(7). با توجه به نقش سفتی عمودی اندام تحتانی در عملکرد و آسیب، تاکنون در مطالعات گذشته، بررسی و مقایسه این شاخص بین انواع پرش انجام نشده است. لذا مطالعه حاضر به بررسی تاثیر مدل پرش بر پارامتر های عملکرد و VKleg پرداخت.

Archive of SID

www.SID.ir

روش بررسی

این پژوهش از نوع مطالعه مداخله‌ای (interventional) بود که در آن 25 زن سالم غیر ورزشکار بر طبق معیارهای ورود و خروج، در محدوده سنی 20 تا 26 سال مورد بررسی قرار گرفتند. این افراد از میان دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی تهران انتخاب شدند. .محل انجام پژوهش آزمایشگاه پوسچر و کنترل حرکت دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران، در سال 1389 بود.

معیارهای ورود به تحقیق:

جنس مونث، سلامت سیستم عصبی-عضلانی، رضایت برای شرکت در تحقیق، شاخص توده بدنی در محدوده طبیعی(25-18)، جنس مونث.

معیارهای خروج از تحقیق:

ناتوانی فرد در انجام آزمون، داشتن سابقه ضربه، شکستگی، جراحی در اندام تحتانی در 1 سال اخیر، داشتن علائم بیماری های نورولوژیک، داشتن سابقه آسیب لیگامانی و بی ثباتی در اندام تحتانی، بروز کمردرد، عدم تعادل و یا هر ناراحتی دیگر در حین انجام آزمون.

آزمون شوندگان قبل از شرکت در آزمون، فرم موافقت آگاهانه مورد نظر را تکمیل و امضا کردند. ابتدا مشخصات افراد شرکت کننده نظیر سن، وزن، قد و شاخص جرم بدن ثبت می شدند، سپس برای تعیین توالی پرش از قرعه کشی استفاده شد و ترتیب ثبت گردید.

روش کار به طور کامل برای افراد شرح داده شد و سپس از آنها خواسته شد که به تمرین پرش های آموزش داده شده بپردازند. نحوه صحیح پرش از حالت Squat بدون انجام Counter Movement بخصوص مد نظر قرار گرفت. با توجه به عدم تاثیر زاویه فلکسیون زانو بر نیروی واکنش زمین و عملکرد(8) حین آموزش از افراد خواسته شد در پرش CMJ و یا در شروع پرش SJ ، از زاویه فلکسیون زانو حدود 90 تا 110 درجه استفاده نموده و برای حفظ سرعت آزمون از فلکسیون بیش از آن خودداری نمایند(8). فرصت کافی به افراد برای تمرین داده شد تا زمانی که آزمونگر، پرش درست را تایید کند. سپس 5 دقیقه برای جلوگیری از خستگی به ایشان استراحت داده می‌شد و بعد تست اصلی اجرا می گردید.

از فرد خواسته می‌شد که با پاهای برهنه بر روی مرکز force plate قرار بگیرد(force plate سری 9090 و sensitivity 10 و sampling rate 400Hz). آزمودنی بر اساس نوع پرش در یکی از دو حالت ایستاده یا چمباتمه قرار گرفته و برای جلوگیری از حرکت تنه و اندام فوقانی در طول پرش، دستها را ثابت بر روی ستیغ های ایلیاک قرار می‌داد. پس از حدود 2 ثانیه حفظ این وضعیت از سوی فرد، فرمان پرش داده می شد.

دستور کلی پرش، تلاش برای رسیدن به حداکثر ارتفاع بود که باید با حداکثر سرعت و عدم مکث در فاز Counter Movement انجام می‌گردید و فرد با اکستانسیون اندام تحتانی از پرش فرود می‌آمد یعنی حین تماس با زمین اجازه خم شدن زانوها را نمی‌داد. برای محاسبه VKleg باید وضعیت زانوها و هیپ در لحظه جدا شدن از زمین (آغاز زمان پرش) تا لحظه برخورد با زمین(آغاز زمان تماس) یکسان و در اکستانسیون قرار می‌داشت (4).

در پرش SJ در حالیکه دستان فرد بر روی هیپ قرار داشت، وی در وضعیت شروع حرکت (حالت چمباتمه) فلکسیون زانو که حدود 90 الی 110 است قرار گرفته و با شنیدن فرمان حرکت یک پرش حداکثر انجام می‌داد. در پرش CMJ فرد که دستانش بر روی هیپ قرار داشت ، پس از شنیدن فرمان حرکت، یک حرکت به سمت پایین داشته و با حداکثر سرعت یک پرش حداکثر را انجام می‌داد. بین هر کدام از پرش ها نیز، دو دقیقه استراحت به فرد داده می شد.

پارامترهای مورد بررسی در این تحقیق شامل: VKleg ، ارتفاع پرش، زمان پرش، زمان تماس و توان بود.

تجزیه و تحلیل اطلاعات

پس از تبدیل اطلاعات به فرمت عددی (دیژیتال)، جمع آوری داده ها و پردازش آنان با استفاده از نرم افزار مخصوص که برای این تحقیق طراحی و ساخته شده بود، در محیط Excel صورت گرفت. از روی منحنی نیرو-زمان، شاخص های مورد نظر محاسبه گردید . تغییر نیروی واکنش زمین در طول زمان تماس از روی تفاضل نیروی حداقل و حداکثر بدست آمد. میزان جابجایی مرکز ثقل، توسط تقسیم شتاب بر مجذور زمان تماس (انتگرال گیری درجه دوم از شتاب)، اندازه گیری شد(7). stiffness سپس از تقسیم نیرو بر جابجایی بدست آمد(9). محاسبه ارتفاع پرش نیز از فرمول $h = \frac{1}{8} g (T_{flight})^2$ صورت گرفت(10)، توان به شکل سرعت تغییرات نیرو محاسبه شد(1) .

درصد اختلاف دو پرش نیز به کمک روش Maulder، $(\frac{(CMJ-SJ)}{SJ} * 100)$ اندازه گیری گردید (11).

Archive of SID

www.SID.ir

تجزیه و تحلیل داده ها توسط نرم افزار SPSS نسخه 11/5 انجام شد و سطح معنی داری برای آزمون های آماری P<0/05 در نظر گرفته شد. آزمون آماری برای مقایسه این متغیرها بین دو نوع پرش، آزمون تی وابسته بود. همینطور بر اساس روش Maulder(11) درصد اختلاف دو پرش با هم، محاسبه و گزارش شد.

یافته‌ها

در این تحقیق 25 خانم جوان سالم بین 20 تا 26 سال شرکت داشتند که میانگین (انحراف معیار) سن ایشان 22/6(1/67) سال، میانگین قد 162/48(3/94) سانتیمتر، میانگین وزن 55/92(5/36) کیلوگرم و میانگین شاخص جرم بدن 21/23(1/83) کیلوگرم بر مجذور متر بود.

میانگین و انحراف معیار سفتی عمودی اندام تحتانی و پارامترهای عملکرد برای دو نوع پرش SJ و CMJ در جدول شماره 1 آورده شده است.

جدول 1- بررسی میانگین(انحراف معیار) متغیرهای سفتی عمودی و عملکرد پرش برای هر دو نوع پرش (25 نفر)

متغیرها	SJ	CMJ
سفتی عمودی اندام تحتانی(کیلونیوتن بر متر)	9/88(2/17)	10/47(2/34)
ارتفاع پرش(متر)	0/199(0/025)	0/232(0/028)
زمان پرش(ثانیه)	0/336(0/031)	0/348(0/022)
زمان تماس(ثانیه)	0/171(0/039)	0/169(0/034)
توان(کیلونیوتن متر بر ثانیه)	2/46(0/32)	2/61(0/35)

SJ: Squat Jump ; CMJ: Counter Movement Jump

همچنین اثر نوع پرش بر پارامترهای مورد مطالعه توسط آزمون تی وابسته و درصد اختلاف دو نوع پرش محاسبه گردید(جدول 2).

جدول 2- مقایسه میانگین سفتی عمودی و شاخص های عملکرد در دو نوع پرش SJ و CMJ توسط آزمون آماری t زوجی

متغیرها	میانگین اختلافات (خطای استاندارد)	حدود اطمینان 95%	سطح معنی داری	درصد اختلاف دو مدل پرش
سفتی عمودی اندام تحتانی	-0/582(0/88)	(-1/87 -0/7)	0/028	5/97 %
ارتفاع پرش	-0/032(0/023)	(-0/01 -0/01)	0/039	16/58 %
زمان پرش	-0/009(0/027)	(-0/02 -0/01)	0/1	3/57 %
زمان تماس	0/002(0/023)	(-0/02 -0/02)	0/71	-1/17 %
توان	-0/079(0/373)	(-0/27 -0/11)	0/3	6/1 %

بررسی اثر نوع پرش بر پارامترهای مورد مطالعه، اختلاف معناداری را در متغیرهای سفتی عمودی اندام تحتانی (P=0/028) و ارتفاع پرش (P=0/039) گزارش نمود.

با توجه به سطح معناداری و مقادیر درصد اختلاف بین دو نوع پرش، میتوان دریافت که با انجام CMJ درمقایسه با SJ، در میانگین متغیرهای سفتی عمودی به میزان 5/97% (P=0/028) و ارتفاع پرش به میزان 16/58% (P=0/039) افزایش معنادار مشاهده می گردد. متغیرهای زمان پرش و توان نیز به ترتیب به میزان 3/57% و 6/1% افزایش را نشان می دهند، هرچند که این افزایش معنادار نمی باشد. زمان تماس با اختلاف بسیار کمی به میزان 1/17%- در مدل CMJ کاهش داشت.

بحث

نتایج این مطالعه افزایش قابل توجه شاخص‌های عملکردی را در مدل پرش CMJ نسبت به SJ نشان می‌دهد که با نتایج مطالعات گذشته همخوانی نشان می‌دهد (۱۴،۱۱،۵،۲،۱).

Archive of SID
www.SID.ir

مقایسه مکانیسم پرش در مدل های SJ و CMJ نشان داده است که کار انجام شده در پرش CMJ بیش از پرش SJ است. این مقدار کارِ بیشتر، به فعالیت و کارایی انقباضی بیشتر عضلات اکستانسور هیپ و افزایش سرعت تولید نیرو توسط این عضلات در پرش CMJ مربوط می باشد. نیروی عضلانی بیشتر سبب پاسخ واکنشی بیشتری از سطح زمین میشود(نیروی واکنش زمین). علاوه بر تاثیر نیروی واکنشی، یک رابطه معکوس نیز بین شاخص stiffness و میزان جابجایی مرکز ثقل بدن وجود دارد و میزان جابجایی آن در پرش های دارای CounterMovement بیش از پرش های Squat می باشد(4). لذا با توجه به این مطالب میتوان نتیجه گرفت که احتمالا دلیل بیشتر بودن VK_{leg} ، افزایش بیشتر نیروی واکنش زمین نسبت به جابجایی CoM و در نتیجه بیشتر بودن VK_{leg} در پرش CMJ نسبت به SJ می باشد. البته در مطالعه Laffaye(12) میزان سفتی عمودی در پرش های با ارتفاع بیشتر، کمتر گزارش شد. نویسنده خود، علت مشاهده این یافته را شرایط آزمون (پرش روی یک پا در مقایسه با پرش روی دو پا) عنوان کرد. در مطالعه حاضر نیز مطالعه بر روی دو پا انجام گرفت.

در مورد ارتفاع پرش، Hara(4) مکانیسم افزایش کار عضلانی، افزایش متعاقب نیروی واکنش زمین و در نتیجه افزایش ایمپالس وارد بر بدن را منجر به بیشتر بودن ارتفاع پرش در مدل CMJ نسبت به SJ دانست. Maulder(11) و Ziv and Lidor(2) علت بیشتر بودن پرش CMJ نسبت به SJ را استفاده از خاصیت ذخیره-آزادسازی انرژی در بافت های سری الاستیک می دانند. در پرش CMJ، طی حرکت CounterMovement ابتدا اندام فشرده شده(فاز ذخیره انرژی) و سپس با اکستانسیون سریع اندام(فاز آزادسازی انرژی) فرد از زمین می پرد. این نیروی پتانسیل که با پایین آمدن مرکز ثقل بدن ایجاد شده، با شروع اکستانسیون اندامهای تحتانی برای جدا شدن از زمین، به نیروی جنبشی تبدیل شده و ارتفاع پرش را افزایش می دهد. لذا در پرش SJ که این قسمت از شروع پرش حذف میشود، شاهد میانگین ارتفاع پرش کمتری هستیم(11). این تحقیق اختلاف معناداری بین زمان پرش دو نوع پرش نشان نداد اما پرش CMJ 3/57 درصد بیش از SJ بود. Hobara(13) ، Maulder(11) وVanrenterghem (14) تناسب بین ارتفاع پرش و زمان پرش را عنوان کردند. در پرش CMJ از آنجا که فرد قبل از پرش، انرژی جنبشی بیشتری ذخیره می کند، زمان بیشتری نیز در هوا قرار داشته و ارتفاع بیشتری طی می نماید(12).

در مورد زمان تماس تغییر معناداری بین دو نوع پرش مشاهده نگردید و درصد اختلاف نیز رقم قابل توجهی نشان نداد(1/17- درصد). این نتیجه مطالعه Arampatzis(15) که زمان تماس را در پرش CMJ کمتر گزارش نموده بود، را به صورت معنادار تایید نکرد. زمان تماس به چندین پارامتر وابسته است که بر روی هم اثر متقابل می گذارند، همچنین تعیین رابطه علت و معلولی و پیش بینی دقیق تغییرات را سخت می نمایند(12).

تغییرات توان نیز گرچه معنادار نبود اما 6/1 درصد افزایش مشاهده شده با مطالعه Arampatzis(15)که میانگین توان در پرش CMJ را بیشتر از SJ اعلام نمود و علت آن را کمتر بودن زمان تماس، بیشتر بودن تغییرات نیروی واکنش زمین و بیشتر بودن کار انجام شده بیان کرد، همخوانی نشان داد.از بررسی یافته‌ها می‌توان نتیجه گرفت که مدل پرش CMJ با توجه به استفاده از چرخه کشش-کوتاه شدن، درگیری عضلات بزرگتری مانند اکستانسورهای هیپ و تولید نیروی بیشتر دارای شاخص‌های عملکردی بالاتری نسبت به پرش SJ می باشد. از طرفی بالا بودن میزان سفتی عمودی از دو جنبه عملکرد و آسیب قابل بررسی می باشد. آنچه مشخص است اینکه با افزایش stiffness، مقاومت در برابر نیروی وارده بر اندام بیشتر و حرکت انجام شده کنترل شده تر خواهد بود. اما از سویی دیگر افزایش این شاخص با افزایش سرعت تغییر نیرو و در نتیجه با اعمال شوک زیادی بر بدن همراه است که احتمال آسیب را افزایش می دهد. پس با پرش CMJ، عملکرد و احتمال آسیب همزمان افزایش خواهد داشت و لذا این یافته ها می تواند در برنامه ریزی تمرینی و درمانی افراد مورد استفاده قرار بگیرد. بدیهی است برای قضاوت بهتر در این مورد باید مطالعاتی جهت تعیین cut off مناسب stiffness در محدوده ای که منجر به آسیب نگردد، به عمل آید.

Archive of SID
www.SID.ir

REFERENCES

1. Samozino P , Morin JB , Hintzy F , Belli A . A simple method for measuring force, velocity, and power output during squat jump. J Biomech. 2008;41:2940-2945.
2. Ziv G , Lidor R . Vertical jump in female and male basketball players-a review of observational and experimental studies. J Sci Med in Sport . 2010;13:332-339.
3. Lees A , Vanrenterghem J , Clercq DE . The maximal and submaximal vertical jump: implications for strength and conditioning. J Streng & Cond Reasearch. 2004;18(4):787-791.
4. Hara M , Shibayama A , Takeshita D , Hay DC , Fukashiro S . A comparison of the mechanical effect of arm swing and countermovement on the lower extremities in vertical jumping. Hum Mov Sci. 2008;27:636-648.
5. Tauchi K , Endo T , Ogata M , Matsuo A , Iso S . The characteristics of jump ability in elite adolescent athletes and healthy males: the development of countermovement and rebound jump ability. International J Sport and Health Science. 2008;6:78-84.
6. Liu Y , Peng CH , Wei SH , Chi JC , Tsai FR , Chen JY . Active leg stiffness and energy stored in the muscles during maximal counter movement jump in the aged. J Electromyogr Kinesiol. 2006;16:342-351.
7. Cavagna GA . Force platforms as ergometers. J Appl Physiol . 1985;39(1):174-179.
8. Moran KA , Wallace ES . Eccentric loading and range of knee joint motion effects on performance enhancement in vertical jumping. Hum Mov Sci . 2007;26:824-840.
9. Butler RJ , Crowell III HP , Davis IMC . Lower extremity stiffness: implication for performance and injury. Clin Biomech. 2003;18:511-517.
10. Davis DS , Briscoe DA , Markowski CT , Saville SE , Taylor CJ . Physical characteristics that predict vertical jump performance in recreational male athletes. Phys Ther Sport. 2003;4:167-174.
11. Maulder P , Cronin J . Horizontal and vertical jump assessment: reliability, symmetry, discriminative and predictive ability. Physic Ther in Sport . 2005;6:74-82.
12. Laffaye G , Bardy BG , Durey A . Leg stiffness and expertise in men jumping. Med Sci Sports Exerc . 2005;37(4):536-543.
13. Hobara H , Kimura K , Omuro K , Gomi k , Muraoka T , Sakamoto M , Kanosue K . Differences in lower extremity stiffness between endurance-trained athelets and untrained subjects. J Sci Med Sports. 2010;13:106-111.
14. Vanrenterghem J , Lees A , Lenoir M , Aerts P , Clercq DD. Performing the vertical jump: movement adaptations for submaximal jumping. Hum Mov Sci. 2004;22:713-727.
15. Arampatzis A , Schade F , Walsh M , Brüggemann GP . Influence of leg stiffness and its effect on myodynamic jumping performance. J Electromyogr Kinesiol. 2001;11:355-364.

Archive of SID

www.SID.ir

Research Articles

Effect of 2 different jump types on vertical leg stiffness and performance parameters in healthy young women

Hejazi SM[1], Shadmehr A[2*], Olyaei GR[3], Talebian S[3]

1. MSc Physitherapy of Tehran Medical Science University
2-Associated Professor of Tehran University of Medical Science
3. Full Professor of Tehran Medical Science University

Abstract

Background and Aim: To investigate effects of 2 different jump types on vertical leg stiffness and performance parameters in healthy young women. People usually use various types of high jumping. It seems any model may have different effects on biomechanical parameters of the human body. Present study determined the effect of 2 jump types on performance parameters and vertical leg stiffness as a mechanical response of body to perturbations which occur during jumping.

Materials and Methods: Vertical leg stiffness and performance parameters (jump height, flight time, contact time and power) were calculated in 25 healthy female subjects, under 2 conditions of Squat Jump (SJ) and Counter Movement Jump (CMJ).

Results: Vertical leg stiffness (P= 0.028) and jump height (P= 0.039) were significantly higher in CMJ than SJ. Jump type has not any significant effects on the flight time (P= 0.1), contact time (P= 0.7) and power (P= 0.3).

Conclusion: Counter movement jump increases the muscle force production, work output and GRF and may cause improvement in jump performance. Increased vertical leg stiffness improves performance as well as the risk of injury.

Key words: Vertical leg stiffness, Performance, Vertical jump, Force plate

***Corresponding author:** Dr. Azadeh Shadmehr, Rehabilitation Faculty, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Email: shadmehr@tums.ac.ir

This research was supported by Tehran University of Medical Sciences (TUMS)

Archive of SID

www.SID.ir