# Effects of vibration training on hamstring muscle shortness

Elham Fatemy (M.Sc)[*1], AmirHoshang Bakhtiary (Ph.D)[1], Mohammad Amozadeh Khalili (Ph.D)[1], Raheb Ghorbani (Ph.D)[2]

*1 - Research Center of Rrehabilitation, Faculty of Rehabilitation, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran*

*2 – Physiology Research Center and Dept. of Social Medicine, School of Medicine, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran*

(Received: 16 Sep 2009 Accepted: 20 Apr 2010)

***Introduction:*** Hamstring shortening may cause postural defect and gait abnormality. Recently, it has been shown that application of whole body vibration may increase muscle flexibility in normal subject. This study has been designed to find out the effect of local hamstring vibration on the hamstring shortening.

***Materials and Methods:*** 30 non-athletic females (aged 18-22 yrs) who suffered from hamstring shortness were participated in the study. They have been assigned in one of the two experimental groups: vibration group (3 times a week for 8 weeks) and control group (no intervention). The subjects in both groups were not allowed to perform any sport activity during 8 weeks of study. Before and after the intervention, the rate of hamstring muscle shortness was evaluated by passive knee extension (PKE) test.

***Results:*** The findings showed that hamstring muscle length was increased significantly in the vibration group (p=0. 000), in term of decrease of knee joint angle during PKE test. While no significant change was found from the control group (p=0.181). Also vibration raised muscle flexibility on average 15 units while in control group it was only 0.73. This difference was statistically significant.

***Conclusion:*** Local hamstring vibration is a suitable method to improve hamstring shortening. It is recommended to combine this method with other muscle elongation methods to find the most beneficial method for muscle shortening.

***Key words:*** Vibration, Flexibility, Hamstring shortening

***** Corresponding author: Fax: +98 231 3354209; Tel: +98 231 3354180
fatemy@sem-ums.ac.ir

[ Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-08-20 ]

مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی سمنان- جلد ۱۱، شماره ٤ (پیاپی ۳۶)، تابستان ۱۳۸۹

# تأثیر لرزش درمانی بر کوتاهی عضله همسترینگ

الهام فاطمی [۱*](M.Sc)، امیرهوشنگ بختیاری [۱](Ph.D)، محمد عموزاده‌خلیلی [۱](Ph.D)، راهب قربانی [۲](Ph.D)

۱- *دانشگاه علوم پزشکی سمنان، دانشکده توان‌بخشی، مرکز تحقیقات توانبخشی*

۲- *دانشگاه علوم پزشکی سمنان، مرکز تحقیقات فیزیولوژی و دانشکده پزشکی، گروه پزشکی اجتماعی*

## چکیده

**سابقه و هدف: کوتاهی همسترینگ ممکن است سبب اختلال در پوسچر و راه رفتن گردد. اخیراً نشان داده شده است که کاربرد لرزش می‌تواند انعطاف‌پذیری عضلانی را افزایش دهد. این مطالعه به منظور بررسی تأثیر کاربرد لرزش موضعی عضله همسترینگ بر کوتاهی این عضله انجام شده است.**

**مواد و روش‌ها: ۳۰ خانم غیر ورزش‌کار (۲۲-۱۸ سال) که دچار کوتاهی همسترینگ بودند در این مطالعه شرکت نمودند. این افراد به‌طور تصادفی به دو گروه تقسیم شدند: در گروه مورد مطالعه از لرزش به مدت ۸ هفته و هر هفته ۳ بار استفاده شد. در گروه کنترل هیچ مداخله‌ای صورت نگرفت نمونه‌ها در هر گروه از انجام هر گونه فعالیت ورزشی در دوره انجام مطالعه خودداری نمودند. میزان کوتاهی عضله همسترینگ در هر دو گروه قبل و بعد از مطالعه با استفاده از آزمون کشش غیر فعال زانو( Passive knee extension )اندازه‌گیری شد.**

**یافته‌ها: نتایج نشان داد که میزان کوتاهی عضله همسترینگ در گروه مداخله قبل و بعد از درمان تفاوت معناداری داشته است (p<۰/۰۰۱). در حالی که در گروه کنترل تفاوت معنی‌داری در میزان کوتاهی عضله همسترینگ مشاهده نگردید (p=۰/۱۸۱). هم‌چنین لرزش به طور متوسط ۱۵ واحد انعطاف‌پذیری عضله را افزایش داد، در حالی که در گروه شاهد ۰/۷۳ انعطاف‌پذیری عضله افزایش یافت که تفاوت معنی‌دار بود (p<۰/۰۰۱).**

**نتیجه‌گیری: لرزش موضعی عضله همسترینگ می‌تواند سبب افزایش انعطاف‌پذیری عضله گردد. پیشنهاد می‌شود از این روش هم مانند سایر روش‌های معمول در برنامه‌های توان‌بخشی جهت افزایش دامنه حرکتی و انعطاف‌پذیری عضلانی استفاده شود.**

**واژه‌های کلیدی: لرزش ، انعطاف‌پذیری، کوتاهی عضله همسترینگ**

## مقدمه

تغییر در طول و انعطاف‌پذیری عضلات یکی از علل اصلی اختلالات حرکتی [۲،۱] و اختلالات پوسچر [۳] می‌باشد. و برای افزایش انعطاف‌پذیری عضلات از تکنیک‌های مختلفی استفاده می‌شود که به علت ایجادکننده بستگی دارد [۵،۴]. که در این خصوص می‌توان به روش‌هایی مانند استرچ استاتیک و یا دینامیک اشاره کرد [۶]. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که کاربرد لرزش می‌تواند باعث افزایش قدرت و انعطاف‌پذیری عضلات گردد [۸،۷].

درباره مکانیزم این تاثیر بعضی مطالعات پیشنهاد کرده‌اند که لرزش ممکن است که دوک عضلانی را تحریک نموده که متعاقب آن آوران‌های Ia سبب فعال شدن آلفا موتور نرون‌ها شده و از این طرق آستانه تحریک و هم‌چنین میزان تحریک واحدهای حرکتی افزایش می‌یابد که سبب افزایش انعطاف‌پذیری در سیستم عضلانی اسکلتی می‌گردد [۹]. هم‌چنین بر اساس نظریه Issurin، لرزش را از طریق تحریک

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۲۳۱-۳۳۵۴۱۸۰ نمابر: ۳۳۵۴۲۰۹ - ۰۲۳۱

Email: fatemy@sem-ums.ac.ir



تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۶/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱/۳۱

[ Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-08-20 ]

اندام‌های گلژی تاندون و مهار عضله سبب افزایش انعطاف‌پذیری می‌گردد [۱۰].

در مطالعاتی که درباره تأثیر لرزش بر میزان انعطاف‌پذیری در افراد ورزشکار و افراد معمولی انجام گردیده است، افزایش انعطاف‌پذیری در اثر تحریکات لرزش گزارش گردیده است. Collegeues و Sands تأثیر لرزش بر افزایش دامنه حرکتی splitدر ژیمناست‌های جوان بررسی نموده و گزارش داده‌اند که لرزش سبب افزایش دامنه حرکتی می‌گردد [۱۱]. هم‌چنین Jacobsو Burns، گزارش نمودند که به دنبال اعمال WBV در بزرگسالان غیر ورزشکار، گشتاور عضلانی و انعطاف‌پذیری عضلانی افزایش می‌یابد [۱۲]. در مطالعه دیگری Kinser و Colleagues گزارش نمودند که در ورزشکاران خانم لرزش توأم با استرچ در مقایسه با استرچ به تنهایی سبب افزایش بیش‌تر انعطاف‌پذیری می‌گردد [۱۳]. در مطالعه دیگری، محققین نتیجه گرفتند کهWBV یک روش مناسب سبب افزایش انعطاف‌پذیری در خانم‌های جوان ورزشکار می‌باشد [۱۴]. هم‌چنین Cochrane نشان داد که WBVمی‌تواند سبب افزایش انعطاف‌پذیری عضله گردد [۱۵]. این یافته‌ها توسط مطالعه Sands و Collegues تأییید می‌گردد. در مطالعه آن‌ها نشان داده شد که کاربرد لرزش در مقایسه با استرچ استاتیک بیش‌تر سبب افزایش انعطاف‌پذیری در مردان ژیمناست می‌شود [۱۶]. هم‌چنین مطالعه انجام شده توسط Karatrantou و همکاران مؤید تأثیر لرزش بر افزایش انعطاف‌پذیری در مفصل هیپ و ستون فقرات می‌باشد [۱۷]. مطالعه‌ای توسط Issurine و Liebermann درباره تأثیر لرزش بر قدرت و انعطاف‌پذیری در ۲۸ ورزشکار مرد انجام شده بود نشان داد که لرزش می‌تواند سبب افزایش قدرت و انعطاف‌پذیری گردد [۱۸].

بر اساس مطالعات ذکر شده روشن است که کاربرد لرزش، روشی مناسب برای افزایش انعطاف‌پذیری عضلانی در افراد ورزشکار و معمولی می‌باشد. از آن‌جایی که مطالعه‌ای درباره تاثیر لرزش بر کوتاهی عضلانی انجام نشده است، این سوال مطرح می‌گردد که لرزش در افرادی که دچار کوتاهی عضلانی هستند چه تأثیری دارد؟ این مطالعه به منظور پاسخ به این سوال انجام شده است.

## مواد و روش‌ها

**انتخاب نمونه و شرایط ورود به مطالعه.** ۳۰ خانم جوان (۲۲-۱۸ ساله) که دچار کوتاهی عضله همسترینگ بودند داوطلبانه وارد مطالعه شدند. شرایط ورود به مطالعه کوتاهی عضله همسترینگ و شرایط خروج از مطالعه ابتلا به هر گونه مشکل اسکلتی عضلانی یا عصبی که باعث اختلال در عملکرد شود بود.

**روش اندازه‌گیری میزان کوتاهی.** قبل از مداخله میزان کوتاهی عضله همسترینگ با استفاده از آزمون کشش غیرفعال (Passive knee extension, PKE ) بررسی شد [۲۰،۱۹].در این آزمون نمونه به حالت طاق‌باز و در حالی که بالش کوچکی در زیر سر و گردن او قرار داشت، روی تخت دراز می‌کشید سپس برجستگی‌های تروکانتر بزرگ فمور، اپی‌کندیل خارجی ران، خط مفصلی زانو و محل قوزک خارجی مچ پا توسط ماژیک علامت‌گذاری شد، در موقع آزمون ابتدا پای راست و سپس پای چپ اندازه‌گیری شد، اندام سمت مقابل توسط یک فرد دیگر کاملاً صاف قرار گرفت و اندام مورد آزمون با استفاده از گونیا متر از ناحیه هیپ در زاویه فلکسیون ۹۰ ثابت شد سپس آزمون‌گر محور گونیا متر را بر سطح طرفی محور زانو قرار داده، بازوی ثابت در امتداد سطح طرفی ران به گونه‌ای قرار گرفت که انتهای محور در امتداد تروکانتر بزرگ باشد و بازوی متحرک در امتداد سطح طرفی ساق به گونه‌ای قرار داشت که انتهای آن در امتداد قوزک خارجی قرار گیرد و در این حالت زاویه مفصل زانو در ۹۰ در جه تنظیم می‌شد سپس آزمون‌گر ساق فرد را به صورت غیرفعال بالا می‌آورد تا جایی که سفتی احساس می‌کرد در این حالت مقدار عددی گونیا متر خوانده می‌شد سپس آزمون‌گر دوم یک ساعت بعد از انجام آزمون توسط درمان‌گر اول تمامی این آزمون‌ها را انجام داد و پس از گذشت یک روز آزمون‌گر اول مجدداً این آزمون‌ها را تکرار کرد. تست در صورتی مثبت

[ Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-08-20 ]

می‌شد که در زمان به اکستنشن بردن زانو قبل از این که زانو به ۱۵ درجه آخر اکستنشن برسد فرد احساس کشیدگی شدید در پشت زانو و ران می‌کرد. افرادی که تست آن‌ها مثبت بود به عنوان موردهای پژوهشی به صورت تصادفی به دو گروه تقسیم شدند و قبل از مداخله میزان کوتاهی عضله همسترینگ از طریق تست PKE و به روش ذکر شده تعیین گردید.

**روش مداخله.** افرادی که تست آن‌ها مثبت گردید به عنوان مورد پژوهشی به صورت تصادفی به دو گروه کنترل و گروه درمانی تقسیم شدند. برای گروه اول VT و برای گروه دوم هیچ اقدام خاصی اعمال نگردید.

مداخله به مدت ۸ هفته و هر هفته ۳ بار انجام گرفت. جهت گروه‌درمانی از لرزش به فرکانس ۴۴ HZو آمپلی‌تود ۳-۱۰mm استفاده شد. به این صورت که بیمار در وضعیت دمر خوابیده، محل اعمال لرزش برهنه می‌شد زانوها در Ext قرار گرفته دستگاه ویبراتورcm ۱۰ بالاتر از چین پوپلئتال قرار گرفت و لرزش به صورت زیر اعمال شد:

- هفته اول و دوم ۳ ست ۲۰ثانیه‌ای با ۱ دقیقه استراحت.
- هفته سوم و چهارم ۳ ست۳۰ ثانیه‌ای با ۱ دقیقه استراحت.
- هفته پنجم و ششم ۳ ست ۴۵ ثانیه‌ای با ۴۵ ثانیه‌ای استراحت.
- هفته هفتم و هشتم ۴ ست ۱دقیقه‌ای با ۱ دقیقه استراحت [۱۴].

در گروه کنترل مداخله‌ای صورت نگرفت، این گروه فقط در ارزیابی قبل و بعد از مداخله شرکت کردند، از افراد گروه مداخله و کنترل خواسته شد در دوره انجام مطالعه از انجام هر گونه فعالیت ورزشی خودداری کنند، بعد از مداخله مجدداً در هر گروه میزان انعطاف‌پذیری عضله همسترینگ از طریق تست PKE تعیین شد.

**روش آماری.** از آزمون‌های کلموگراف اسمیرنوف و در سطح معنی‌داری ۵٪ و نرم‌افزار spss ۱۱/۵ جهت تحلیل داده‌ها استفاده شد.

## نتایج

نتایج نشان داد که میزان کوتاهی عضله همسترینگ در گروه مداخله قبل و بعد از درمان تفاوت معناداری داشته است (p<۰/۰۰۱)، در حالی که در گروه کنترل تفاوت معنی‌داری در میزان کوتاهی عضله همسترنیگ مشاهده نگردید (p=۰/۱۸۱). هم‌چنین لرزش به طور متوسطه ۱۵ واحد انعطاف‌پذیری عضله را افزایش داد در حالی که در گروه شاهد ۰/۷۳ انعطاف‌پذیری عضله افزایش یافت که اختلاف معنی‌دار بود. (p<۰/۰۰۱) (جدول ۱).

جدول۱. میانگین وانحراف معیار درجه کوتاهی عضله همسترینگ قبل و بعد از مداخله و تغیرات آن‌ها در گروه های تحت لرزش وشاهد

| نام گروه | قبل از مداخله | | بعد از مداخله | | تغییرات قبل وبعد از مداخله | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | میانگین | انحراف معیار | میانگین | انحراف معیار | میانگین | انحراف معیار |
| تحت ویبرشن | ۲۷/۹ | ۵/۶ | ۱۲/۹ | ۵/۲ | ۱۵/۰ | ۴/۰ |
| شاهد | ۱۹/۹ | ۶/۷ | ۱۹/۱ | ۶/۹ | ۰/۷۳ | ۲/۰ |
| P-Value | ۰/۰۰۱ | | ۰/۰۰۹ | | <۰/۰۰۱ | |

## بحث و نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر، افزایش انعطاف‌پذیری عضله همسترینگ متعاقب ۸ هفته اعمال لرزش مشاهده شد. این یافته در تطابق کامل با نتاج مطالعه محققان دیگر [۱۷،۱۵،۱۴،۱۱،۱۰،۸،۷] می‌باشد.

اما نتیجه تحقیق حاضر با نتایج بعضی از مطالعات متفاوت است. به عنوان مثال مطالعه‌ای که توسط Gronin و Nash انجام شده است، متفاوت می‌باشد. این محققان تأثیر لرزش به تنهایی و لرزش توام با استرچینگ و استرچینگ رابه تنهایی بر دامنه حرکتی زانو بررسی نمودند. نتایج مطالعه نشان داد که



[ Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-08-20 ]

لرزش به تنهایی یا لرزش توام با استرچینگ تأثیری بر افزایش دامنه حرکتی زانو ندارد در حالی که استرچ به تنهایی سبب افزایش دامنه حرکتی زانو می‌شود [۲۱].

باتوجه به این‌که هنوز پروتکل خاصی جهت کاربرد لرزش ارائه نشده است و محققین مختلف از روش‌های بسیار متفاوتی استفاده می‌کنند [۱۵]. لذا عوامل مختلفی مانند پارامترهای درمانی نظیر فرکانس، زمان کاربرد، اختلاف در نمونه‌ها مانند جنسیت، ورزش‌کار بودن یا نبودن می‌تواند در کسب نتایج متناقض در مطالعات مختلف مؤثر باشد [۱۷].

لرزش می‌تواند از طریق مکانیزم‌های زیر سبب افزایش انعطاف‌پذیری گردد:

۱- افزایش آستانه درد. اگر چه بعضی از محققان از جمله Pantaleo و همکارانش گزارش نموده‌اند که جهت تسکین درد باید از فرکانس‌های بالا حدود ۱۱۰hz استفاده نمود، با این حال تعدادی از مطالعات که توسط Land bery و همکاران انجام شده نشان داده است که اعمال لرزش با فرکانس پایین هم می‌تواند سبب تسکین درد گردد [۱۶]. لرزش سبب تحریک راه‌های Ia و مدارهای حس عمقی شده و سبب افزایش آستانه حس درد می‌گردد [۱۵]. افزایش آستانه درد سبب افزایش تحمل فرد نسبت به تمرینات کششی می‌شود [۱۷].

۲- افزایش جریان خون و درجه حرارت عضله. در طی لرزش عروق از شکل طبیعی خود خارج شده و مقطع آن حالت بیضوی به خود می‌گیرد. آنالیز هیدرودینامیک نشان داده است که مقاومت یک لوله با مقطع بیضوی از مقاومت یک لوله با مقطع گرد بیش‌تر است. این امر سبب افزایش مقاومت کلی محیطی در مقابل جریان خون در حین اعمال لرزش می‌شود، در نتیجه واکنش جبرانی به صورت گشاد شدن مویرگ‌های بیش‌تر ایجاد می‌شود تا سطح برونده قلبی لازم برای بدن حفظ شود این امر با ایجاد متابولیسم مؤثر مواد و گازها بین خون و فیبرهای عضلانی می‌شود [۱۶].

Kerschan و Schindl گزارش نموده‌اند که بعد از کاربرد لرزش جریان خون شریان پوپلیتئال افزایش یافته است. این محققان اثر توام وازودیلاتاسیون احتمالی و خاصیت thixotropism را برای کاهش ویسکوزیته خون و افزایش سرعت جریان خون بیان نموده‌اند. افزایش جریان خون عضله سبب افزایش درجه حرارت عضله شده و در نتیجه انعطاف‌پذیری عضله افزایش می‌یابد. [۱۷،۱۵].

۳- ایجاد شلی در عضلات. هنگامی که لرزش با فرکانس بالا (در حدود ۹۰Hz) اعمال می‌شود. پاسخ‌های با زمان تأخیری کوتاه بیش‌تر تحت تأثیر قرار می‌گیرند، در حالی که در اثر اعمال لرزش با فرکانس کم (حدود ۳۰Hz) پاسخ‌هایی که زمان تأخیری متوسطی دارند شدیداً کاهش می‌یابند. بر اساس این دلایل محققان نتیجه گرفتند که مکانیزم بروز خستگی در فیبرهای عضلانی بر اثر مهار بیش سیناپسی فیبرهای آوران Ia رخ می‌دهد. در نهایت ترکیب استرچ قوی و لرزش ممکن است از طریق راه‌های Ia سبب تحریک اندام گلژی تاندون شود که در نهایت عضله‌ای که تحت لرزش قرار گرفته دچار مهار اتوژنیک می‌شود [۱۶،۱۰].

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که لرزش می‌تواند سبب افزایش انعطاف‌پذیری عضله همسترینگ گردد. لذا پیشنهاد می‌شود این روش درمانی هم جهت رفع کوتاهی عضلات مورد استفاده قرار گیرد.

## تشکر و قدردانی

از دانشجویان فیزیوتراپی دوره ۱۷ که به داوطلبانه در تحقیق شرکت نمودند قدردانی می شود.

## منابع

[1] Herbert R. The passive mechanical properties of muscle and their adaptations to altered patterns of use. Aust J Physiother 1988; 34: 141-191.

[2] Whitehead CL, Hillman SJ, Richardson AM, Hazlewood ME. and Robb JE. The effect of simulated hamstring shortening on gait in normal subjects. Gait posture 2007; 26: 90-96.

[3] Napiontek M. and Czubak J. Hamstring shortening: postural defect or congenital contracture. J pediatr orthop B 1998; 7: 71-76.

[4] Youdas Jw, Krause DA, Egan KS, Therneau TM. and Laskowski ER. The effect of static stretching of the calf muscle tendon unit on active ankle dorsiflexion range of motion. J orthop sports phys Ther 2003; 33: 408-417.

[5] De Deyne PG. Application of passive stretch and its implications for muscle fibers. phys Ther 2001; 81; 819-827.

[6] Kisner C. and Colby L. Therapeutic Function and Techniques . 3th edition. Japee brothers 2002 : 155-68

[ Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-08-20 ]

[7] Jacobs PL. and Burns P. Acute enhancement of lower extremity dynamic strength and flexibility With whole body vibration. J strength cond Res 2009; 23: 51-57.

[8] Kinser AM, Ramsey MW, OBryant HS, Ayers CA, sands WA, stone MH. and stone MH. Vibration and stretching effects on flexibility and explosive strength in young gymnasts. Med sci sports Exerc 2008; 40: 133-140.

[9] Grande G. and Cafarelli E. Ia Afferent input alters the recruitment thresholds and firing rates of single human motor units. Exp Brain Res 2003; 150: 449-457.

[10] Issurin VB. Vibrations and their applications in sport. A review. J sport med phys fitness 2005; 45: 324-336.

[11] Sands WA, Mcneal JR, stone MH, Haff GG. and Kinser AM. Effect of vibration on forward split flexibility and pain perception in young male gymnasts. Int J sports physiol per form 2008; 3: 469-481.

[12] CJacobs pL. and Burns p. Acute enhancement of lower extremity dynamic strength and flexibility with whole body vibration. J strength cond Res 2009; 23: 51-57.

[13] Kinser AM, Ramsey MW, OBryant HS, Ayres CA, Sands WA. and Stone MH. Vibration and stretching effects on flexibility and explosive strength in young gymnasts. med sci sports Exerc 2008; 40: 133-140.

[14] Fagnani F, Giombini A, Di cesare A, pigozzi F. and Di Salvo V. The effects of whole body Vibration program on muscle performance and flexibility in female athletes. AM J phys med Rehabil 2006; 85: 956-962.

[15] Cochrane DJ. and Stannard SR. Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. Br J sports Med 2005; 39: 860-865.

[16] Sands WA, Mcneal JR, Stone MH, Russell EM. and Jemni M. Flexibility enhancement With vibration ; Acute and long term. Med Sci sports Exerc 2006; 38: 720-725.

[17] Karatrantou N, Gerodimos B, sotiriadis S. and chanos K. The direct Influnence of Vibration training with rigid mobility of hip and lumbar Spine. Spo Phy Edu 2008; 6: 340-347.

[18] Issurin VB, Liebermann DG. and Tenenbaum G. Effects of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility. J sports Sci 1994; 12: 561-566.

[19] Reimers J. Contracture of the hamstrings in spastic cerebral palsy. A study of three methods of operative correction. J Bone Joint surg Br 1974; 56: 102-109.

[20] Rakos DM, Shaw KA, Fedor RL, Lamanna M, Yocum CC. and Lawrence KJ. interrater reliability of the active knee extension test for hamstring length in school-Aged Children. pediatr phys ther 2001; 13: 37-41.

[21] Cronin J, Nash M. and Whatman C. The acute effects of hamstring stretching and vibration on dynamic knee joint range of motion and jump performance. phys Ther Sport 2008; 9: 89-96.

[ Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-08-20 ]