

# رابطه بین قدرت عضلات اندام تحتانی با توانایی‌های عملکردی در بیماران همی‌پارزی

دکتر اصغر اکبری\*؛ دکتر حسین کریمی\*\*؛ دکتر مژده قبابی\*\*\*

## چکیده

**سابقه و هدف:** شایع‌ترین تظاهر اختلال عملکرد نورولوژیک متعاقب سکته مغزی ضعف حرکتی است. ضعف عضلانی یک عامل زمینه‌ای برای ایجاد اختلال در توانایی راه رفتن بیماران سکته مغزی می‌باشد. هدف از این مطالعه بررسی رابطه بین قدرت ایزومتریک عضلات اندام تحتانی مبتلا و دو وظیفه عملکردی توانایی راه رفتن و تعادل و مهارت‌های حرکتی در مرحله مزمن همی‌پارزی بعد از سکته مغزی بود.

**مواد و روش‌ها:** این مطالعه تحلیلی مقطعی در سال ۱۳۸۲ و در آسایشگاه سالمندان کهریزک انجام شد. ۳۴ بیمار همی‌پارزی ثانویه به سکته مغزی از طریق نمونه‌گیری دردسترس مورد مطالعه قرار گرفتند. بیمارانی انتخاب شدند که حداقل ۱۲ ماه از شروع سکته مغزی آن‌ها گذشته باشد. قدرت ایزومتریک هفت گروه عضلانی آن‌ها با نیروسنج دستی اندازه‌گیری گردید. دو فعالیت عملکردی توانایی راه رفتن و تعادل و مهارت‌های حرکتی به ترتیب با استفاده از آزمون‌های FAC و timed get up & go اندازه‌گیری شدند. از همبستگی اسپیرمن و رگرسیون خطی به ترتیب برای بررسی روابط و برآورد نتایج بین متغیرها استفاده گردید.

**یافته‌ها:** سن بیماران مورد مطالعه  $52/41 \pm 6/19$  سال و زمان سپری شده از سکته  $37 \pm 26/37$  ماه بود. قدرت همه گروه‌های عضلانی مورد مطالعه به استثنای اکستانسورهای ران ( $r=0/16$ ) همبستگی معناداری با نمرات آزمون timed get up & go داشت ( $r=0/37-0/45$ ). قدرت هیچ یک از این گروه‌های عضلانی، به استثنای ابداکتورهای ران ( $r=0/34$ )، همبستگی معناداری با نمرات آزمون FAC نداشت ( $r=0/2-0/21$ ).

**بحث:** نتایج نشان داد که قدرت همه عضلات، به جز اکستانسورهای ران، عامل معتبری برای برآورد تعادل و مهارت‌های حرکتی و قدرت ابداکتورهای ران عامل معتبری برای برآورد توانایی راه رفتن هستند. همچنین باتوجه به این مطالعه به اندازه‌گیری قدرت عضلات اندام تحتانی مبتلا برای ارزیابی تعادل و مهارت‌های حرکتی و درمان بیماران در مرحله مزمن توانبخشی بعد از سکته مغزی تأکید می‌شود.

**کلید واژه‌ها:** قدرت عضلانی، آزمون توانایی راه رفتن، مهارت‌های حرکتی، همی‌پارزی، توانایی عملکردی، اندام تحتانی.

«دریافت: ۱۳۸۳/۳/۶ پذیرش: ۱۳۸۴/۱۲/۲۳»

\* دانشیار گروه فیزیوتراپی دانشگاه علوم پزشکی ایران

\* استادیار گروه فیزیوتراپی دانشگاه علوم پزشکی زاهدان

\*\*\* استادیار گروه نورولوژی دانشگاه علوم پزشکی تهران

\*عهددار مکاتبات: زاهدان، میدان مشاهیر، دانشکده پیراپزشکی، گروه فیزیوتراپی، تلفن و فاکس: ۰۵۴۱-۳۲۵۴۲۰۷

## مقدمه

سکته مغزی که شایع‌ترین علت ناتوانی بالغین بعد از بیماری‌های قلبی و سرطان است (۱)، یک نقص نورولوژیک ناگهانی و موضعی ناشی از ضایعه‌های ایسکمیک یا هموراژیک در مغز است که بیش از ۲۴ ساعت طول کشیده باشد (۲ و ۳). شایع‌ترین عارضه ناشی از سکته مغزی همی‌پلژی یا همی‌پارزی است (۴). هدف عمده در همی‌پارزی بهبود توانایی راه‌رفتن، تعادل و مهارت‌های حرکتی می‌باشد (۵). کاهش قدرت، سرعت و کنترل حرکت در ۶۰ تا ۷۸ درصد بیماران سبب کاهش این توانایی‌های عملکردی شده است (۶ و ۷).

همبستگی بالایی بین ضعف بالینی عضلات و الگوهای حرکتی اندام تحتانی مبتلا گزارش شده است (۸). Eng و Kim نشان‌دادند که گشتاور ایزوکینتیک پلاتنارفلکسورهای میچ و فلکسورهای ران و زانوی طرف مبتلا همبستگی متوسط تا بیشتری (شاخص همبستگی مونرو) با سرعت راه‌رفتن دارند (۵). روابط بین نیروهای ایزومتریک و وظایفی چون راه‌رفتن، توانایی بالارفتن از پله و انتقال در مطالعات مختلف بررسی شده است (۹-۱۱). Bohanon همبستگی متوسطی بین سرعت راه‌رفتن و گشتاور ایزومتریک اکستانسورهای ران، فلکسورهای زانو، دورسی فلکسورها و پلاتنارفلکسورهای میچ مبتلا گزارش نموده (۶/۶-۰/۴۶= r)، ولی بین سرعت راه‌رفتن و گشتاور عضلات فلکسور و ابداکتور ران و اکستانسور زانو همبستگی وجود نداشته است (۱۰). Oleny توان فلکسورهای باسن و پلاتنارفلکسورهای میچ مبتلا را پیش‌بینی‌کننده قوی سرعت راه‌رفتن در این بیماران معرفی کرده است (۱۲).

Nakamura همبستگی قوی بین گشتاور ایزوکینتیک اکستانسور زانوی مبتلا با سرعت راه‌رفتن نسبت به گشتاور ایزومتریک گزارش نموده، ولی گشتاور ایزومتریک اکستانسور زانوی سالم رابطه‌ای با سرعت راه‌رفتن نداشته است (۱۳). Nedeau و همکاران نشان دادند که همبستگی سرعت راه‌رفتن با گشتاور ایزوکینتیک فلکسورهای ران مبتلا بالا و با پلاتنارفلکسورهای میچ متوسط است (۱۴). همبستگی بین سرعت با گشتاور ایزوکینتیک فلکسورهای زانوی مبتلا نیز گزارش شده است (۱۵).

اگرچه در این مطالعات، رابطه بین نیروی عضلانی با بعضی جنبه‌های توانایی‌های عملکردی بررسی شده است، گزارش‌های همبستگی بین این متغیرها یکسان نیست و اختلاف دارد. از طرف دیگر، رابطه نیرو با جنبه‌های دیگر همچون توانایی راه‌رفتن، تعادل و مهارت‌های حرکتی مطالعه نشده است. همچنین نگرش‌های درمانی و ارزیابی به مرحله حاد و علائم مثبت ضایعه نوروئیک فوقانی متمرکز شده و توجه کمتری به مرحله مزمن و علائم منفی شده است؛ بنابراین اساس درمان نیز بر مبنای همین نگرش پیریزی شده است (۲). با توجه به این مطالب تعیین رابطه بین اختلال‌های تعادلی، مهارت‌های حرکتی و راه رفتن با قدرت عضلانی و در نتیجه نگرش مناسب درمان از مسائلی هستند که ضرورت حل آن‌ها حس می‌شود. هدف از این مطالعه کمی‌نمودن رابطه بین قدرت ایزومتریک عضلات اندام تحتانی مبتلا و دو وظیفه عملکردی، یعنی توانایی راه‌رفتن و تعادل و مهارت‌های حرکتی و تعیین امکان برآورد کردن دو عملکرد مذکور از طریق قدرت عضلات

در بیماران همی‌پارزی بعد از گذشت یک‌سال از ضایعه است.

## مواد و روش‌ها

این مطالعه تحلیلی مقطعی در سال ۱۳۸۲ و در آسایشگاه سالمندان کهریزک تهران انجام گردید. ۳۴ بیمار همی‌پارزی ثانویه به سکتة مغزی از طریق نمونه‌گیری دردسترس و از بین بیماران بستری در آسایشگاه انتخاب شدند. ویژگی‌های ورود به مطالعه عبارت بودند از: گذشت یک‌سال از سکتة مغزی، سن بین ۴۰ تا ۶۰ سال، همی‌پارزی ثانویه به سکتة مغزی، توانایی ایستادن با چشمان باز و پاهای جدا از هم حداقل به مدت ۳۰ ثانیه و توانایی فهم آموزش‌ها و تغییر جهات ساده. بیماران با سکتة مجدد، درگیری‌های دو طرفه، آرتروزهای اندام تحتانی، اختلال‌های عمده میدان دید، آفازی درکی شدید، داشتن جراحی‌های عصبی مرکزی و دیگر آسیب‌های اسکلتی‌عضلانی اندام تحتانی و دیگر اختلال‌های مؤثر بر تعادل و راه‌رفتن (اختلال‌های مخچه و عقده‌های قاعده‌ای) از مطالعه کنار گذاشته شدند. اطلاعات از طریق مصاحبه، مشاهده و معاینه جمع‌آوری گردید. پس از گرفتن خصوصیات فردی، تاریخچه بیماری و آزمایش میدان دید، قدرت هفت گروه عضلانی با نیروسنج دستی، توانایی راه رفتن با Functional ambulation category (FAC) و تعادل و مهارت‌های حرکتی با timed get up & go به ترتیب ذیل اندازه‌گیری گردیدند: قدرت ایزومتریک عضلات فلکسور ران و زانو، اکستانسور زانو و دورسی‌فلکسور میچ پا در وضعیت نشسته و در ۹۰ درجه فلکسیون مفاصل ران و

زانو و میچ پا، عضلات اکستانسور ران در وضعیت خوابیده روی یک طرف بدن، عضلات ابداکتور ران در وضعیت طاق‌باز و عضلات پلانترفلکسور میچ پا در وضعیت دمر و ۹۰ درجه مفاصل میچ پا و زانو اندازه‌گیری شد. در تمامی موارد نیروسنج به انتهای تحتانی استخوان متحرک بسته می‌شد (۱۶).

آزمون FAC شامل ۶ سطح برای ارزیابی نیاز بیماران به کمک در طول راه‌رفتن بود. برای انجام دادن آزمون از بیمار خواسته شد که مسافت ۱۵ متری را طی کند. سطح بالای آزمون (۵) نشانه استقلال کامل در راه‌رفتن و سطح پایین آزمون (صفر) نشانه وابستگی در راه‌رفتن و نیاز به کمک دو نفر است. روایی ( $ICC = 0.92$ ) و پایایی ( $r = 0.77$ ) FAC تأیید شده است (۱۷). رتبه‌بندی این آزمون به این شکل انجام می‌شود: رتبه ۰ یعنی به هیچ‌وجه قادر به راه رفتن نیست و نیاز به کمک دو نفر یا بیشتر دارد. رتبه ۱ یعنی همیشه به کمک یک فرد برای راه‌رفتن نیاز دارد که وزن خود را روی آن فرد بیندازد و تعادل خود را حفظ کند. رتبه ۲ یعنی بیمار وابسته به کمک متناوب یا مداوم فرد دیگر برای تعادل و هماهنگی است. رتبه ۳ یعنی بیمار فقط به نظارت کلامی نیاز دارد. رتبه ۴ یعنی در پله‌ها و سطوح ناصاف نیازمند کمک است و رتبه ۵ یعنی مستقلاً در هر جایی راه می‌رود.

در آزمون timed get up & go از بیمار خواسته می‌شود که از روی صندلی با ارتفاع ۵۰ سانتی‌متری بلند شود و بعد از طی مسافت ۳ متری برگردد و دوباره روی صندلی بنشیند. زمان این فعالیت از لحظه جدا شدن پشت بیمار از پشتی صندلی محاسبه می‌شود. این آزمون دارای چهار سطح برای ارزیابی تعادل و راه‌رفتن است. انجام

عضلات و نتایج آزمون‌های FAC و timed get up & go از نمودار پراکنش و برای تعیین شدت آن از آزمون همبستگی اسپیرمن استفاده شد. پیوستگی بین قدرت عضلات و دو وظیفه عملکردی با آنالیز رگرسیون محاسبه گردید. برای تمام روابط آماری از سطح معنادار کمتر از ۵ درصد استفاده گردید.

### یافته‌ها

سن ۳۴ بیمار مورد مطالعه  $52/41 \pm 6/19$  سال و زمان سپری شده از سکتة آنها  $37 \pm 26/37$  ماه بود. ۱۵ زن و ۱۹ مرد، ۱۳ همی راست و ۲۱ همی چپ در مطالعه حضور داشتند. ۱۱ بیمار داروی آنتی‌اسپاستیک مصرف می‌کردند. نمره آزمون FAC در ۳۴ بیمار  $3/47 \pm 0/99$  بود که معادل  $69/2$  درصد حداکثر نمره آزمون است. میانۀ این آزمون رتبه ۴ بود. نمره آزمون timed get up & go در ۳۴ بیمار  $1/7 \pm 0/87$  بود که معادل  $42/5$  درصد

دادن آزمون در ۳۰ ثانیه یا بیشتر نشانه اختلال شدید حرکتی است و انجام دادن آن در کمتر از ۱۰ ثانیه نشانه سلامت نورولوژیک و استقلال در تعادل و مهارت‌های حرکتی می‌باشد. این آزمون دارای پایایی بین‌گروهی (inter rater) و درون‌گروهی (intra rater) ( $ICC = 0/99$ ) و روایی برای ارزیابی تحرک عملکردی است (۱۸). رتبه‌بندی این آزمون به این شکل انجام می‌شود: رتبه ۴ به معنای انجام دادن آزمون کمتر از ۱۰ ثانیه و تحرک کامل است. رتبه ۳ به مفهوم انجام دادن آزمون در کمتر از ۲۰ ثانیه و استقلال بیشتر است. رتبه ۲ به معنای انجام دادن آزمون بین ۲۰ تا ۲۹ ثانیه و تحرک متغیر است. رتبه ۱ یعنی انجام دادن آزمون در ۳۰ ثانیه و بیشتر و اختلال تحرک.

نرمال بودن توزیع داده‌ها با کولموگروف اسمیرنوف بررسی شد. برای اثبات رابطه خطی بین قدرت تک تک

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار قدرت هفت گروه عضلانی و نتایج آزمون همبستگی بین قدرت هفت گروه عضلانی با توانایی راه رفتن و تعادل

و مهارت‌های حرکتی

Get up & go		FAC		متغیر
P**	r	P**	r	
۰/۰۱۴	۰/۴۱۸	۰/۹	-۰/۰۲۱	فلکسور ران
۰/۳۷	۰/۱۶	۰/۳۶	۰/۱۶۱	اکستانسور ران
۰/۰۲۴	۰/۳۸۷	۰/۰۴۹	۰/۳۴	ابدکتور ران
۰/۰۲	۰/۳۹۸	۰/۳۸	۰/۱۵۶	فلکسور زانو
۰/۰۳	۰/۳۷	۰/۲۶	۰/۲	اکستانسور زانو
۰/۰۰۸	۰/۴۵	۰/۲۹	۰/۱۸۶	دورسی فلکسور میچ پا
۰/۰۱۵	۰/۴۱۴	۰/۶۱	۰/۰۹	پلانتار فلکسور میچ پا

\*\* اعداد در  $P < 0/05$  معنادار است.

\* تعداد نمونه‌ها ۳۴ می‌باشد.

حداکثر نمره آزمون است. میانه این آزمون رتبه یک بود. آمار توصیفی مربوط به قدرت عضلات در جدول ۱ آمده است. توزیع تمام داده‌ها نرمال بود.

نتایج آزمون اسپیرمن نشان داد که بین قدرت عضلات ابداع‌کننده ران مبتلا و توانایی راه رفتن (FAC) بیماران همبستگی معنادار وجود دارد، ولی باقی عضلات مورد مطالعه در طرف مبتلا با توانایی راه رفتن همبستگی معناداری نداشتند. همچنین نتایج نشان داد که بین قدرت تمام عضلات مورد مطالعه طرف مبتلا، به جز اکستانسورهای ران، با تعادل و مهارت‌های حرکتی (timed get up & go) همبستگی معنادار وجود دارد. بیشترین رابطه بین دورسی‌فلکسورها و مهارت‌های حرکتی بود (جدول ۱).

نتایج آزمون رگرسیون نشان داد که تنها عضلات ابداع‌کننده ران مبتلا ( $P=0/034$ ) قادر به پیش‌بینی توانایی راه رفتن بیماران هستند و ملاک آزمون (t) بقیه عضلات مورد مطالعه معنادار نبود ( $P=0/177-0/932$ ). همچنین آزمون رگرسیون نشان داد که ملاک آزمون (t) تمام عضلات مورد آزمایش، به جز اکستانسورهای ران، معنادار بوده است ( $P=0/331$ ). معنادار بوده است ( $P=0/009-0/039$ )، بنابراین قادر به پیش‌بینی تعادل و مهارت‌های حرکتی می‌باشند.

## بحث

یافته‌ها نشان دادند که هیچ‌گونه همبستگی بین قدرت ایزومتریک عضلات مورد مطالعه طرف مبتلا، به استثنای عضلات ابداع‌کننده ران، با توانایی راه رفتن بیماران همی‌پارزی وجود ندارد. همبستگی بین قدرت عضلات

ابداع‌کننده ران با توانایی راه رفتن پایین تا متوسط بود. همبستگی بین قدرت ایزومتریک تمام عضلات آزمایش‌شده، به جز عضلات اکستانسور ران، با تعادل و مهارت‌های حرکتی پایین تا متوسط بود. همچنین در این مطالعه پیوستگی بین قدرت عضلات طرف مبتلا و دو وظیفه عملکردی آزمایش شد و نشان داده شد که توانایی راه رفتن از روی قدرت عضلات ابداع‌کننده ران و تعادل و مهارت‌های حرکتی از روی قدرت تمام عضلات مورد مطالعه، به جز عضلات اکستانسور ران، قابل برآورد کردن هستند. به‌خاطر نیازهای متفاوت راه رفتن، انتظار چنین نتایجی نمی‌رفت، ولی نتایج نشان داد که توانایی راه رفتن در بیماران همی‌پارزی وابسته به قدرت عضلات ابداع‌کننده ران است.

Bohannon رابطه بین سرعت و گشتاور ایزومتریک اکستانسورهای اندام‌های تحتانی (ران، زانو و مچ پا) را یادآور شده و معتقد است که در سکتة مغزی این گشتاور و سرعت راه رفتن کم می‌شود (۱۹ و ۲۰). De Quervain نیز ضعف عضلات فلکسور ران و زانو و دورسی‌فلکسور مچ پا را عامل تغییر سرعت و الگوهای غیرطبیعی حرکات می‌داند و اشاره‌ای به توانایی راه رفتن و رابطه آن با قدرت ننموده است (۸). در مطالعات دیگر رابطه سرعت با گشتاور ایزوکیبیک فلکسورهای ران و پلان‌تارفلکسورهای مچ مبتلا (۵ و ۱۴)، اکستانسور زانوی مبتلا (۱۳)، فلکسور زانوی مبتلا (۱۵) و عضلات مچ پا و ران مبتلا (۲۱) گزارش شده است. در هیچ‌کدام از این مطالعه‌ها رابطه بین قدرت عضله و توانایی راه رفتن بررسی نشده است. مطالعه حاضر نشان داد که قدرت ایزومتریک عضلات ابداع‌کننده ران در بیماران مورد مطالعه شرط لازم برای راه رفتن

همی‌پلژیک است. دو محدودیت عمده این مطالعه عبارت بودند از: اول، اختلال کاری عضله بستگی به وضعیت فعال‌شدن عضله دارد؛ یعنی یک عضله ممکن است در حالت تحمل وزن نسبت به وضعیت ایزوله یا در طول انقباض اکستریک مؤثرتر از کانستریک باشد و دوم اینکه ممکن است عضلات دیگری به راه‌رفتن کمک کنند و کاهش توانایی راه‌رفتن را نمی‌توان فقط به ابداکتورها نسبت داد.

نتایج این مطالعه درخصوص رابطه قدرت با تعادل و مهارت‌های حرکتی (timed get up & go) مطابق با انتظار بود. قدرت ایزومتریک تمامی عضلات مورد بررسی، به‌جز اکستانسور زانو، همبستگی متوسطی با این حرکت داشت. همسو با ما، Weiss و همکاران نیز نشان دادند که زمان انجام دادن این آزمون بر اثر تمرین‌های قدرتی ۲۱ درصد کاهش یافته است (۲۲). در مطالعه ای دیگر نشان داده اند که تمرین‌های غیرقدرتی نیز سبب کاهش زمان انجام آزمون می‌شوند (۲۳).

بیشترین اختلاف نظر در نوع نگرش محققان به درمان است. برخی معتقدند که درمان باید بر کاهش حرکات و فعالیت رفلکسی غیرطبیعی متمرکز شود و علت اصلی اختلالات حرکتی را افزایش تونیسیته آنتاگونیست دانسته‌اند و درمان آن را مقدم بر دیگر درمان‌ها قرار می‌دهند (۱۰). مطالعه‌های دیگر بر تمرین‌های تقویتی برای بهبود عملکرد حرکتی و افزایش سرعت و بهبود الگوهای

راه‌رفتن تأکید کرده‌اند (۲۴). با توجه به نتایج مطالعه، اعتقاد بر این است که کاهش قدرت عضلانی و اسپاستیسیته (که به عنوان عامل اصلی اختلال کنترل حرکت معرفی شده است) دو علامت مجزای ضایعه نورون حرکتی فوقانی هستند. همبستگی پایین تا متوسط قدرت ایزومتریک عضلات با دو وظیفه مورد بررسی حاکی از دخالت عامل دیگری غیر از قدرت عضلانی در نتایج کسب شده در انجام دادن این اعمال است. به نظر می‌رسد هر دو عامل ضعف و اسپاستیسیته رابطه مهمی با اختلال در دو وظیفه عملکردی دارند و ارزیابی این دو در تعیین نوع مداخله‌های درمانی مهم است.

### نتیجه گیری

این مطالعه دو کاربرد مهم بالینی دارد: اول، اندازه‌گیری قدرت هفت گروه عضلانی مورد مطالعه، به‌جز اکستانسورهای ران، در ارزیابی اختلال‌های تعادلی و مهارت‌های حرکتی بیماران همی‌پارزی مزمن ناشی از سکته مغزی ارزش فوق‌العاده‌ای دارد و قادر به برآورد کردن این وظایف می‌باشند. همچنین اندازه‌گیری قدرت عضلات ابداکتور ران در ارزیابی اختلال راه‌رفتن مهم است و می‌تواند این اختلال را برآورد کند. دوم اینکه متغیرهای مذکور اهداف مناسبی برای مداخله‌های درمانی می‌باشند.

## منابع

1. Anderson CS, Jamrozik KD, Burvill PW, Chakera TMH, Johnson GA. Determining the incidence of different subtypes of stroke: results from Perth community stroke study. *Med J Aus* 1993; 158: 85-89.
2. O'Sullivan SB. Stroke: In: O'Sullivan SB, Schmitz TJ, editors. *Physical rehabilitation: assessment and treatment*. 3<sup>rd</sup> ed. Philadelphia: Davis FA Company; 1994, PP.111-131, 327-360.
3. Brust JCM. Cerebral circulation: Stroke: In: Kandel ER, Schwartz JH and Jessel TM, editors. *Principles of neural science*. 3<sup>rd</sup> ed. Norwalk: Appleton and Lange; 1991, PP.1041-1049.
4. Bobath B. *Adult hemiplegia: evaluation and treatment*. 2<sup>nd</sup> ed. London: William Heinemann; 1979, PP.16-29.
5. Kim CM, Eng JJ. The relationship of lower extremity muscle torque to locomotor performance in people with stroke. *Phys Ther* 2003; 83: 49-57
6. Di Fabio RP, Badke MB. Stance duration under sensory conflict conditions in patients with hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil* 1991; 72: 292-295.
7. Collin C, Wade D. Assessing motor impairment after stroke: a pilot reliability study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1990; 53: 576-579.
8. De Quervain IAK, Simon SR, Leurgans S, Pease WS, McAllister D. Gait pattern in the early period after stroke. *J Bone Joint Surg Am* 1996; 78: 1506-1514.
9. Bohannon RW, Walsh S. Association of paretic lower extremity muscle strength and standing balance with stair climbing ability in patients with stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 1991; 1: 129-133.
10. Bohannon RW. Strength of lower limb related to gait speed and cadence in stroke patients. *Physiotherapy Canada* 1986; 38: 204-206.
11. Bohannon RW. Determinants of transfer capacity in patients with hemiparesis. *Physiotherapy Canada* 1988; 40: 236-239
12. Olney SJ, Griffin MP, Monga TN, McBride ID. Work and power in gait of stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1991; 72: 309-314
13. Nakamura R, Hosokawa T, Tsuji I. Relationship of muscle strength for knee extension to walking capacity in patients with spastic hemiparesis. *Tohoku J Exp Med* 1985; 145: 335-340. Medline
14. Nadeau S, Arsenault AB, Gravel D, Bourbonnais D. Analysis of the clinical factors determining natural and maximal gait speeds in adults with a stroke. *Am J Phys Med Rehabil* 1999; 78:123-130

15. Lindmark B, Hamrin E. Relation between gait speed, knee muscle torque and motor scores in post stroke patients. *Scand J Caring Sci* 1995; 9:195-202
16. Hislop HJ, Motgomery J. Daniels and Worthingham's muscle testing: techniques of manual examination. 6<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Saunders WB Company; 1995, PP.169-220
17. Hesse S, Bertelt C, Jahnke MT, Schaffrin A, Baake P, Malezic M, Mauritz KH. Treadmill training with partial body weight support compared with physiotherapy in nonambulatory hemiparetic patients. *Stroke* 1995; 26:976-981
18. Walker C, Brouwer BJ, Culham EG. Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. *Phys Ther* 2000; 80:886-95
19. Bohannon RW, Andrews AW. Correlation of knee extensor muscle torque and spasticity with gait speed in patients with stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 1990; 71: 330-333
20. Bohannon RW. Correlation of knee extension force and torque with gait speed in patients with stroke. *Physiotherapy Theory and Practice* 1991; 7: 185-190
21. Karimi H. Isokinetic strength training and its effect on the biomechanics of gait in subjects with hemiparesis as a result of stroke. Canada: PhD Thesis, Queen's University; 1996
22. Weiss A, Suzuki, Bean J, Fielding RA. High intensity strength training improves strength and functional performance after stroke. *Am J Phys Med Rehabil* 2000; 79: 369-376
23. Geiger RA, Allen BJ, Keefe J, Hicks RR. Balance and mobility following stroke: effects of physical therapy intervention with and without biofeedback/forceplate training. *Phys Ther* 2001; 81: 995-1005
24. Teixeira-Salmela LF, Olney SJ, Nadeau S, McBride I. Effects of muscle strengthening and physical conditioning training on temporal, kinematic and kinetic variables during gait in chronic stroke survivors. *J Rehabil Med* 2001; 33: 53-60