

## تأثیر هشت هفته تمرین در آب بر تعادل ایستای مردان با قطع عضو یکطرفه اندام تحتانی

یعقوب مرادی<sup>1</sup>

کارشناسی ارشد آسیب شناسی ورزشی

دکتر ناصر بهپور

استادیار دانشگاه رازی

دکتر سعید قائینی

استادیار دانشگاه کردستان

### چکیده

هدف: قطع عضو یکی از شایع ترین ناتوانی های حرکتی است که باعث ناتوانی پایدار در افراد می شود. نقص در عملکرد تعادلی یکی از عوارض قطع عضو می باشد. هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر هشت تمرین در آب بر تعادل ایستای مردان با قطع یکطرفه اندام تحتانی می باشد. مواد و روش ها: جهت انجام این تحقیق 19 نفر جانباز قطع عضو یکطرفه اندام تحتانی شرکت داشتند که به طور تصادفی در دو گروه تجربی و کنترل قرار گرفتند. ابتدا تعادل ایستای هر دو گروه توسط دستگاه stability platform سنجیده شد سپس گروه تجربی به مدت 8 هفته تمرینات آبی را در استخر را اجرا کردند در حالیکه گروه کنترل فقط فعالیت های روزانه خود را انجام می داند. بعد از پایان هشت هفته تعادل ایستای هر دو گروه دوباره سنجیده شد. از آمار توصیفی برای محاسبه میانگین و انحراف استاندارد اطلاعات و برای تعیین اختلاف بین پیش و پس آزمون بین و درون گروهی از آزمون های t مستقل و همبسته در سطح معنی داری (p=0/05) استفاده شد. یافته ها: یافته ها نشان دادند که بین میانگین نمرات پیش آزمون و پس آزمون گروه تجربی تفاوت معنی داری وجود داشت در حالیکه چنین تفاوتی در گروه کنترل مشاهده نشد. همچنین بین نمرات پس آزمون دو گروه کنترل و تجربی تفاوت معنی داری وجود دارد در حالیکه بین نمرات پیش آزمون این دو گروه تفاوت معنی داری وجود نداشت. نتیجه گیری: براساس یافته های این تحقیق می توان نتیجه گرفت که تمرین در آب باعث بهبود تعادل ایستای افراد قطع عضو یک طرفه اندام تحتانی می باشد. بنابراین از این نوع تمرینات می توان در برنامه های تمرینی و توانبخشی این گروه از افراد استفاده کرد.

**کلید واژه ها:** ناتوانی حرکتی، فعالیت بدنی، قطع عضو، تعادل ایستا.

## مقدمه و بیان مسئله

معلولیت، محرومیت و وضعیت نامناسب یک فرد به دنبال نقص و ناتوانی است، بطوریکه مانع از انجام نقشی می‌شود که با توجه به شرایط سنی، جنسی، اجتماعی و فرهنگی برای فرد طبیعی تلقی می‌گردد. عارضه معلولیت نه تنها موجب نقص، فلج و ناتوانی می‌شود بلکه بر کلیه ساختمان‌ها و دستگاه‌های بدن اثرگذار بوده و باعث افسردگی، رنج وابستگی و نیازمند شدن به دیگران می‌شود. معلولیت‌های حرکتی، بالاترین میزان شیوع را در میان انواع معلولیت‌ها دارند که قطع عضو یکی از شایع‌ترین آنها می‌باشد (2و12). امروزه عمده‌ترین دلایل بروز معلولیت‌های حرکتی در دنیا، بیماری‌های عروق محیطی، صدمات، تومورها، و ناهنجاری‌های مادرزادی هستند. اغلب قطع عضوهای افراد زیر 50 سال به علت تروما و آسیب‌های مرتبط با تصادفات، حوادث صنعتی یا جنگ در کشورهای در حال توسعه اتفاق می‌افتد (10). قطع عضو اندام تحتانی حدود 85% کل قطع عضوها را شامل می‌شود که ممکن است در یک یا در هر دو پا اتفاق بیفتد (9).

قطع عضو، یکی از دلایل عمده ناتوانی پایدار در افراد است (21). تعادل، به عنوان یکی از توانایی‌های عملکردی، برای اجرای بیشتر فعالیت‌های روزانه ضروری است و یک پیش‌نیاز برای زندگی مستقل می‌باشد. نقص در راه رفتن و تعادل خطر افتادن را افزایش می‌دهد که دلیل اصلی مرگ‌های ناگهانی می‌باشد. خطر افتادن باعث آسیب‌هایی می‌شود که یک مشکل عمومی برای سلامتی همراه با هزینه‌های زیادی روی دوش جامعه می‌باشد (16). تعادل مطمئن یک فاکتور مرتبط با توانایی حرکت، کارایی و فعالیت اجتماعی می‌باشد که بهترین پیشگویی کننده شرکت در فعالیت‌های بدنی، روزانه و اجتماعی افراد قطع عضو است. در مقایسه با افراد طبیعی، تعادل مطمئن در افراد با قطع عضو اندام تحتانی کمتر است که این امر ممکن است ناشی از اختلالات قطع عضو یا کاهش در قدرت و استقامت عضلانی عضو باقیمانده باشد (6و17). ورلین و همکاران (2008) نشان دادند که در افراد با قطع اندام تحتانی به علت نداشتن استراتژی مچ پا، توانایی مقابله با انحرافات تعادلی محدود است (7). افتادن یک مشکل پزشکی مهم ناشی از پایین بودن تعادل می‌باشد (17). با توجه به مشکلات و محدودیت‌هایی که این افراد در کنترل تعادل دارند محققان راهکارهای مختلفی برای رفع این مشکل ارائه داده‌اند. داماینیتی ستی پیشنهاد کرده، با توجه به تحمل بیشتر وزن توسط پای غیر پروتزی باید تمرینات قدرتی در برنامه توانبخشی این پا گنجانده شود (11). سارا دینز پیشنهاد کرده که باید حفظ و افزایش سطح فعالیت بدنی که موجب سلامتی می‌شود در دستور کار حمایت از بیماران قطع عضو قرار گیرد (21). تمرین و فعالیت بدنی می‌تواند نقص‌های استخوانی و عضلانی را کاهش داده، حدود 60% شکستگی‌ها را کم کند، و قدرت عضلانی، استقامت قلبی عروقی، انعطاف‌پذیری، تحریک سیستم‌های حسی حرکتی و تعادل را افزایش دهد (20).

با توجه به مشکلات معلولین، نیاز به فعالیت بدنی و ورزش در این افراد بیشتر از سایر افراد جامعه حس می‌شود. شرکت در فعالیت‌های ورزشی موجب ورود آنها به اجتماع و افزایش حس اعتماد به نفس و به دنبال آن تقویت حس استقلال فردی و توانایی انجام وظایف شخصی می‌شود. در واقع فعالیت برای این افراد علاوه بر اینکه نقش سرگرم کننده و تفریحی دارد،

می‌تواند نقش درمانی و پیشگیری کننده از عوارض ناشی از معلولیت را نیز داشته باشد (2). تمرین در آب یکی از فعالیت‌هایی است که تأثیرات آن بر ابعاد مختلف زندگی اقشار مختلف جامعه بررسی شده است. شرایط متفاوت تمرین در محیط آبی باعث کاهش اضافه بار روی مفاصل و جلوگیری از آسیب می‌شود. همچنین، شناوری به فرد اجازه می‌دهد تا به تمریناتی بپردازد که روی زمین نمی‌تواند آنها را انجام دهد (9). اما علی‌رغم ویژگی‌ها و فوایدی که تمرین در آب برای افراد سالم و بیمار دارد، تحقیقات اندکی به تأثیر این نوع تمرینات در افراد معلول با قطع عضو پرداخته‌اند. بنابراین هدف از انجام این تحقیق، بررسی اثر یک دوره تمرین در آب بر تعادل ایستای افراد قطع عضو یک طرفه اندام تحتانی می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق نیمه تجربی با طرح دوگروه کنترل و تجربی می‌باشد. جامعه آماری تحقیق را کلیه جانبازان کرمانشاهی تشکیل می‌دادند که در بنیاد جانبازان در قسمت اداره تربیت بدنی جزء افرادی ثبت شده بودند که در فعالیت‌های ورزشی منظم شرکت می‌کردند. از میان آنها، 19 نفر به عنوان نمونه‌ی در دسترس و داوطلب انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه 10 نفره کنترل و 9 نفره تجربی تقسیم شدند. این افراد بر طبق معیارهای ورود به تحقیق انتخاب شدند که عبارت بودند از: سن بالاتر از 18 سال، قطع یک طرفه اندام تحتانی، استقلال در راه رفتن و ایستادن با کمک پروتز، استقلال در فعالیت‌های روزانه و نداشتن مشکل پوستی و قلبی.

آزمودنی‌ها بعد از پر کردن رضایت‌نامه و توجیه شدن کامل در مورد مراحل تحقیق، برای انجام پیش‌آزمون به آزمایشگاه دانشکده تربیت بدنی دانشگاه رازی منتقل شدند. در پیش‌آزمون تعادل ایستا با دستگاه STABILITY PLATFORM Model 16030 سنجیده شد. بعد از اتمام پیش‌آزمون، گروه کنترل به فعالیت‌های روزانه خود ادامه دادند در حالیکه گروه تجربی به مدت 8 هفته پروتکل تمرینی طراحی شده توسط محقق را اجرا کردند. پس از پایان 8 هفته همه افراد برای گرفتن پس‌آزمون به آزمایشگاه منتقل شدند و تعادل ایستای آنها دوباره سنجیده شد.

برای اجرای آزمون تعادل ایستا فرد روی دستگاه در حالت تنش متوسط و زاویه انحراف یک درجه قرار میگرفت و باید سعی می‌کرد تعادل خود را به مدت 40 ثانیه حفظ نماید. این دستگاه مدت زمان انحراف از زاویه‌ی تعریف شده را به عنوان خطای تعادل در دو سمت چپ و راست ثبت می‌نماید که مدت زمان ایستادن در حالت مرکز تعادل ایستا را نشان می‌دهد. هر چه این زمان بیشتر باشد نشان‌دهنده تعادل بیشتر می‌باشد.

پروتکل به کار برده شده یک پروتکل تمرینی محقق ساخته بود که بنابر پیشینه موضوع و بر پایه اهداف تحقیق طراحی شده بود. مدت زمان انجام تمرین در هر جلسه یک ساعت و به سه بخش تقسیم شده بود (جدول 1). آزمودنی‌ها این پروتکل را هفته‌ای سه جلسه به مدت هشت هفته اجرا کردند.

## جدول (1) مهمترین حرکات به کار برده شده در پروتکل تمرینی

حرکات کششی دست ها و پاها، شناور شدن روی آب، گرفتن لبه استخر و حرکت پاها به عقب، خم شدن به سمت جلو همرا با کشیدن دستها به پایین، راه رفتن آرام در عرض استخر	گرم کردن (15 دقیقه)
ایستادن روی پا، راه رفتن در عرض استخر و شنا در جهت برگشت، راه رفتن به سمت راست یا چپ در کنار لبه استخر (7متر)، لی لی کردن در عرض استخر همراه با حرکت دستها، حرکت پاشنه پنجه، ترکیب حرکت پاشنه پنجه با لی، پرت کردن پاها به سمت جلو و حرکت دستها به سمت پاها به صورت همزمان، حرکت هر دو تا دست به سمت جلو همراه با فشار، ایجاد مقاومت توسط هم تیمی در حالت ایستاده، حرکت دورانی دست در داخل آب و دوران پاها (دستها روی لبه استخر و سپس دوران پاها)، حرکت مارپیچی در عرض استخر، ایجاد مقاومت توسط یار تمرین (به این صورت که نفر به سمت عقب و نفر دیگر به سمت جلو حرکت می کند)، انجام حرکت موجی دستها، حرکت پرش به طرفین (پاها به سمت بالا و دستها به سمت پایین)، گام زدن بلند به صورت درجا، خم شدن به طرف پای سالم	تمرینات تعادلی (30 دقیقه)
انجام حرکات کششی ساده در عضلات بدن	سرد کردن (15 دقیقه)

از آمار توصیفی برای محاسبه میانگین و انحراف استاندارد اطلاعات و برای تعیین اختلاف بین پیش و پس آزمون بین و درون گروهی از آزمون های t مستقل و همبسته در سطح معنی داری ( $p < 0.05$ ) استفاده شد.

## یافته ها

در این تحقیق 19 نفر با پای قطع شده شرکت داشتند و به طور تصادفی در دو گروه کنترل و تجربی تقسیم شدند. ویژگی های فردی آزمودنی ها در جدول شماره (2) آمده است. نتایج آزمون t مستقل نشان داد که دو گروه در ابتدای تحقیق از لحاظ ویژگی های فردی تفاوت معنی داری نداشتند و این امر بیانگر همگن بودن آزمودنی ها می باشد (جدول 2).

جدول (2) آمار توصیفی ویژگی های فردی دو گروه و مقایسه ی آنها به وسیله ی t مستقل

متغیر	گروه	M	SD	T	P
سن	کنترل	54/5	4/69	0/604	0/554
	تجربی	53/11	5/32		
قد	کنترل	173/7	8/69	0/967	0/347
	تجربی	169/6	9/5		
وزن	کنترل	73/2	8/2	0/117	0/908
	تجربی	72/78	7/46		

نتایج آزمون t مستقل در مقایسه آزمودنی های دو گروه نشان داد که بین پیش آزمون تعادل ایستای گروه کنترل و تجربی تفاوت معنی داری مشاهده نمی شود در حالیکه بین پس آزمون تفاوت معنی دار می باشد (جدول 3). همچنین نتایج آزمون t وابسته در مقایسه درون گروهی نشان داد که بین پیش آزمون و پس آزمون گروه کنترل تفاوت معنی داری وجود ندارد در حالیکه تفاوت بین پیش آزمون و پس آزمون گروه تجربی معنی دار بود (جدول 3).

جدول (3) نتایج آزمون‌های t مستقل و وابسته برای مقایسه میانگین‌های تعادل ایستای گروه کنترل و تجربی

P	T	پس آزمون	پیش آزمون	
0/181	1/45	26/77	25/55	کنترل
0/024*	2/78	32/37	25/56	تجربی
...	...	2/503	0/005	T
...	...	0/023*	0/966	P

\* سطح معنی‌داری  $p \leq 0/05$

### بحث

هدف از انجام تحقیق بررسی تأثیر هشت هفته تمرین در آب بر تعادل ایستای افراد با قطع عضو یکطرفه اندام تحتانی بود. نتایج نشان داد که گروه تجربی بعد از دوره تمرین در آب در انجام تست تعادل ایستا عملکرد بهتری نسبت به گروه کنترل داشتند.

یکی از رویکردهای مطالعه کنترل تعادل، تحلیل نوسانات خودبخودی است که در آن پارامترهایی نظیر تغییرات مرکز فشار، تغییرات مرکز جرم، نوسانات زاویه مچ پا و دیگر نقاط بدن مورد بررسی قرار می‌گیرد (15). جابجایی‌های زاویه‌ای در پای اتکا جابجایی‌های مرکز فشار را ایجاد می‌کند. این جابجایی‌های مرکز فشار گشتاوری حول مفصل مچ پا ایجاد نموده و مرکز جرم را در موقعیت متعادل قرار می‌دهد (18). در افراد سالم و توانا این جابجایی‌ها و انتقال مرکز فشار تا حد زیادی توسط مفصل مچ پا و عضلات ساق انجام می‌شود (13). اما در افراد قطع عضو بالای مچ پا به دلیل نبودن استراتژی مچ بدست آوردن تعادل ایستا با مشکل مواجه است و دلایل آن نبود نیروی گشتاوری مچ برای برگرداندن تعادل در صفحه ساجیتال، ناتوانی در انتقال وزن برای کنترل قامت در صفحه فرونتال و منحرف شدن داده‌های حسی-پیکری در سمت قطع شده می‌باشد (8). بنابراین این افراد استراتژی‌های جدیدی جایگزین می‌کنند و آنها را بهبود می‌بخشند. یکی از این استراتژی‌ها افزایش تحرک و قدرت در پای سالم و ارائه تمرینات تعادلی در محیط زندگی می‌باشد (7). نتیجه این تحقیق نشان داد که ارائه تمرینات تعادلی در آب برای بهبود تعادل ایستا در افراد قطع عضو موثر می‌باشد که با نتایج نوبیا و همکاران (19)، رسیند و همکاران (20)، صحبتیها و همکاران (5)، صادقی (3) و اصغری (1) همخوان بود. این مطالعات گزارش کردند که تمرین در آب باعث بهبود تعادل ایستا می‌شود. دلایل احتمالی تأثیر تمرین در آب بر تعادل ایستا را می‌توان چنین توضیح داد که شرایط محیط آبی به افراد اجازه می‌دهد که دامنه وسیعی از حرکات را بدون ترس از افتادن و آسیب انجام دهند (14) همچنین دلیل احتمالی دیگر این است که نیروهای برهم زننده تعادل در آب، محیط مناسبی را برای فعالیت‌های تعادلی و به چالش کشیدن سیستم‌های درگیر در حفظ تعادل فراهم می‌کنند. این تمرینات به علت افزایش زمان عکس‌العمل برای افرادی که دچار نقص در تعادل هستند

مناسب می‌باشند زیرا به علت خاصیت ویسکوزیته آب حرکات با سرعت کمتری انجام می‌شوند و در پی آن افراد مدت زمان بیشتری برای پاسخ در اختیار دارند (22).

دامایانته (2009) اثر تمرینات تعادلی با <sup>1</sup>phyaction را روی تعادل افراد قطع عضو سنجد که نتایج آن با تحقیق حاضر همخوانی دارد (11). همخوان بودن نتایج به چند دلیل ممکن است: 1- در هر دو مطالعه جامعه مورد نظر افراد قطع عضو یک طرفه اندام تحتانی بودند. 2- آب محیطی است که برهم زنده تعادل می‌باشد و با فراهم کردن شرایط برای به چالش کشیدن سیستم تعادلی می‌تواند شیوه موثری در افزایش تعادل باشد (1). در تمرینات دامایانته نیز آشفستگی و به هم خوردن تعادل و جود دارد و سازو کارهای جبرانی برای جلوگیری از افتادن فعال می‌شوند. 3- تکرار حرکات و تمرینات یکی دیگر از دلایل احتمالی همخوان بودن نتایج می‌باشد زیرا حرکات و تمرینات تعادلی انجام شده در این دو تحقیق طوری طراحی شده بودند که با به هم زدن تعادل و تلاش برای بدست آوردن تعادل دوباره منجر به انقباض عضلانی شده‌اند. این انقباض‌ها نیز منجر به تقویت عضلانی و در نتیجه افزایش تعادل شده‌اند.

اگرچه مطالعات اندکی تأثیر یک روش تمرینی خاص روی تعادل افراد قطع عضو را بررسی کرده‌اند اما تحقیقات مشابهی که روی جوامع مختلف انجام گرفت نشان داد که تمرین و فعالیت بدنی روی عملکردهای مختلف افراد تأثیر مثبتی دارد. تمرین در آب هم یک نوع فعالیت بدنی است که نتایج آن نشان داد روی عملکرد تعادلی افراد قطع عضو تأثیری مثبتی دارد.

### نتیجه‌گیری

در این پژوهش اثر یک دوره تمرین در آب بر تعادل ایستای مردان با قطع یکطرفه اندام تحتانی بررسی شد. یافته‌های این مطالعه اهمیت فعالیت جسمانی در آب را در بهبود تعادل ایستای افراد قطع عضو تأیید می‌کند. همچنین می‌توان نتیجه گرفت چون تمرین در آب یک نوع تمرین ترکیبی می‌باشد و چندین سیستم را در حفظ تعادل درگیر می‌کند، در بهبود تعادل از تمرینات صرفاً تعادلی موثرتر می‌باشد. بنابراین تمرین در آب به عنوان محیطی ایمن و ناپایدار برای بهبود تعادل ایستای افراد قطع عضو پیشنهاد می‌شود.

### منابع

- 1- اصغری وحید، صادقی حیدر (1390). تأثیر یک دوره تمرین در آب و خشکی بر تعادل ایستا و پویای پسران نوجوان ورزشکار. چکیده مقالات ششمین همایش ملی دانشجویان تربیت بدنی.
- 2- حجازی پریسا، رضانی نسرین (1386). ورزش و معلولین. انتشارات دانشگاه شمال.

- 3- حیدر صادقی، فاطمه علیرضایی (1386). تأثیر یک دوره تمرینی ورزش در آب بر تعادل ایستا و پویای زنان سالمند. مجله سالمند شماره 6، صص: 402-409.
- 4- شایسته، یاسر. (1387). مقایسه اثرات آب درمانی و فیزیوتراپی در بیماران مبتلا به استئو آرتروز زانو. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه رازی کرمانشاه، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی.
- 5- محمد صحبتیها، محمدعلی اصلانخانی، علیرضا فارسی (1389). تأثیر یک دوره تمرین در آب بر ویژگی‌های تعادلی و راه رفتن مردان سالمند سالم غیرفعال. پژوهش در علوم توانبخشی شماره 2، صص: 279-288.
- 6- Ahmed M, Ambalavanan C, Ramar S, Waleed A B. (2010), Quantitative Assessment of Postural Stability and Balance Between Persons with Lower Limb Amputation and Normal Subjects by using Dynamic Posturography. *Macedonian Journal of Medical Sciences*. Jun 15; 3(2):138-143.
- 7- A. H Vrieling, H.G vn Keeken. (2008), Balance control on a moving plat form in lower limb amputees. *Gait posture*. 28 (2008)222-228.
- 8- Alexander C. H. Geurts a; Theo W. (1992), Mulder bc Reorganization of Postural Control Following Lower Limb Amputation: Theoretical Considerations and Implications for Rehabilitation. *Physiotherapy Theory and Practice*, Volume 8, Issue 3 1992.
- 9- Charles B F, Anderson D K, Billiar T R, Dunn D L, Hunter J G, Pollock R E. (2005), *Schwartz's principles of surgery*. 8th ed. NewYork; McGraw-Hill.
- 10- Courtney M T, Beauchamp R D, Evers B M, Kenneth L M. (2008), *Sabiston textbook of surgery*. 18th ed. USA: Elsevier.
- 11- Damayanti Sethy, Eva Snehlata Kujur, Kaushik Sau. (2009), Effect Of Balance Exercise On Balance Control In unilateral Lower Limb Amputees. *The Indian Journal of Occupational Therapy* : Vol. XLI : No. 3(2009) 63-68.
- 12- Devereux P G, Bullock C C, (2005), Bargmann-Losche J, KyriakouM. Maintaining support in people with paralysis: What works?. *Qual Health Res*. 15(10):1360-76
- 13- Geurts ACH, Mulder TW, Nienhuis B, Rijken RAJ. (1991), Dual task assessment of reorganization of postural control in persons with lower limb amputation. *Arch Phys Med Rehabil* 1991;72:1095-64.
- 14- Era P, Heikkinen E. (1985), Postural sway during standing and unexpected disturbance of balance in random samples of men of different ages. *J Gerontol*, 1985; 40:287-295.
- 15- Karlsoon A, Frykberg G. (2000), Correlations between forceplate measures for assessment of balance. *Clinic Biomech*; 15: 365-362.
- 16- Melzer I, Elbar O, Tsedek I, Oddsson Lie. A (2008), water based training program that include perturbation exercises to improve stepping responses in older adults. *BMC Geriatrics* Aug 17;8:19
- 17- Miller WC, Deathe AB, Speechley M, Koval J. (2001), The influence of falling, fear of falling, and balance confidence on prosthetic mobility and social activity among individuals with a lower extremity amputation. *Arch Phys Med Rehabil*; 82:1238-44.

- 18- Nashner LM. (1993), Practical biomechanics and physiology of balance. In: Jacobson G, Newman C, Kartush J, editors. Handbook of Balance Function and Testing. Mosby Year Book; St Louis, MO; 261–279.
- 19- Núbia C.P. Avelar, Alessandra C. Bastone, Marcus A. Alcântara, Wellington F. Gomes. (2010), Effectiveness of aquatic and non-aquatic lower limb muscles endurance training in the static and dynamic balance of elderly people. Rev Bras Fisioter; 14(3):229-36.
- 20- Resende S M, Rassi C M, Viana F P. (2008), Effects of hydrotherapy in balance and prevention of falls among elderly women. Rev Bras Fisioter; 12(1):57-63.
- 21- Sarah A D, Angus K McFadyen, Philip J. Rowe. (2008), Physical activity and quality of life: A study of a lower-limb amputee population. Prosthetics and Orthotics International June; 32(2): 186 – 200.
- 22- Winter DA. (1990), Biomechanics and motor control of human movement. 2nd ed. John Wiley & Sons; New York.