

## A Review of Structure and Function of Glove-like Power Hand Orthoses for Hand Rehabilitation of Patients with Hand Weakness and Paralysis

Fardipour Sh<sup>1</sup>, Haddadi M<sup>2</sup>

### Abstract

**Purpose:** Power orthoses, due to their characteristics, can greatly assist in the recovery and improvement of people with problems in hand function. The purpose of this study was to review the glove-like power hand orthoses that were designed to practice, assist and improve performance in patients with weak or paralyzed hands.

**Methods:** PubMed, Scopus, ISI web of sciences and IEEE databases were searched from 2000 to 2019. The keywords used to search were selected based on the PICO strategy. By using the introduced keywords, 605 articles were obtained. After the final evaluation, 12 articles were selected. Criteria for the study included: design and development of glove-like power orthoses, use of orthoses for treatment, rehabilitation and improvement of hand function, use for people with weakness or paralysis of the hand muscles due to central nervous system disorder.

**Results:** The study showed that of the 12 introduced orthoses, 10 orthoses used electric motors to generate propulsion, and 2 orthoses benefited from the pneumatic system. Regarding force transmission systems, most of these orthoses use cable transmission systems. What makes these orthoses even more differentiated is the control system, which can be referred to as positional signals, electrical muscle signals, and software systems.

**Conclusion:** Studies have shown that there are many different orthoses in terms of power transmission systems, drive systems, and control systems, and each of these devices has different capabilities to assist patients. Although each of the introduced orthotic designs has advantages to meet the needs of their target community, they are not without limitations. Removing the limitations of these designs could play a role in enhancing the efficiency and better meeting the needs of those who use these devices.

**Keywords:** Power hand orthoses, Glove like hand orthoses, Rehabilitation, Paretic hand

Received: 2019.11.04 Accepted: 2020.01.22

بررسی ساختار و عملکرد ارتوزهای قدرتی دستکش مانند مورد استفاده جهت توانبخشی دست بیماران با ضعف یا فلج عضلات دست: مطالعه مرور نظام مند

شیما فردی پور<sup>۱</sup>، محمد حدادی<sup>۲</sup>

**هدف:** با توجه به ویژگی های متعددی که ارتوز های قدرتی دارند این و سایل می توانند در توانبخشی و بهبود شرایط افراد با مشکلات حرکتی دست کمک کننده باشند. هدف این پژوهش، مروری بر ساختار و عملکرد ارتوزهای قدرتی دستکش ماندی است که تا به امروز به منظور تمرین، کمک و بهبود عملکرد در بیماران با ضعف یا فلج عضلات دست طراحی شده اند.

**روش بررسی:** مطالعات در پایگاه های اطلاعاتی Scopus, Pubmed, ISI web of sciences و IEEE در بازه زمانی سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ مورد جستجو قرار گرفتند. کلید واژه های مورد استفاده جهت جستجو براساس استراتژی PICO انتخاب گردیدند. بعد از ارزیابی مقالات، در نهایت ۱۲ مقاله انتخاب شدند. معیارهای مدنظر برای ورود مطالعات شامل این موارد بود؛ طراحی، ساخت ارتوز قدرتی دستکش مانند، استفاده از ارتوز برای درمان، توانبخشی و بهبود عملکرد دست، استفاده برای افرادی که دچار ضعف و یا فلج در عضلات دست در اثر مشکلات سیستم اعصاب مرکزی بودند.

**یافته ها:** بررسی مطالعات نشان داد که از ۱۲ ارتوز معرفی شده در این مطالعه ۱۰ ارتوز از موتورهای الکتریکی برای ایجاد نیروی محرک استفاده می کردند و ۲ ارتوز از سیستم پنوماتیک سود می بردند. در این بین اکثر این ارتوزها از سیستم ها انتقال نیروی کابلی استفاده می کنند. آنچه باعث تفاوت بیشتر در این ارتوزها می گردد سیستم تولید فرمان است که از روش های چون سیگنال موقعیت، سگینال الکتریکی عضله و سیستم های نرم افزاری می توان نام برد.

**نتیجه گیری:** ارتوزهای موجود از نظر سیستم انتقال نیرو، سیستم محرک و سیستم تولید فرمان دارای گوناگونی ها فراوانی هستند و این امر باعث شده هر یک از این وسایل قابلیت های متفاوتی برای کمک به بیماران داشته باشند. اگرچه هر یک از طرح های ارتوزی معرفی شده دارای مزایایی جهت برآورده سازی نیازهای جامعه هدف خود هستند اما خالی از محدودیت نیز نمی باشند. رفع محدودیت های این طرح ها می تواند در بالا بردن کارایی و تامین بهتر نیازهای افرادی که از این ارتوزها استفاده می نمایند نقش موثری داشته باشد.

**کلمات کلیدی:** ارتوزهای قدرتی، ارتوزهای دستکش مانند، توانبخشی، فلج دست

**نویسنده مسئول:** محمد حدادی، [mhadadito@yahoo.com](mailto:mhadadito@yahoo.com)، ORCID: 0000-0002-0851-444X

آدرس: شیراز، بلوار چمران، خیابان ابیوردی یک، دانشکده علوم توانبخشی، گروه ارتوز و پروتز

۱- دکتری تخصصی ارتوز و پروتز، گروه ارتوز و پروتز دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران

۲- دانشیار گروه ارتوز و پروتز، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران

#### مقدمه

تمرینی جهت حفظ وضعیت عملکردی دست، جلوگیری از گسترش بد شکلی و بهبود عملکرد عضلات ضعیف دست مورد استفاده قرار می گیرند. ارتوز های غیر فعال که جهت بازسازی عملکرد گرفتن اشیاء طراحی شده اند به علت وابستگی به ساختارهای مکانیکی تنها قادر به تولید یک نیروی ثابت برای گرفتن می باشند، از این رو امکان گرفتن اشیاء گوناگون با ابعاد و وزن های مختلف را فراهم نمی نمایند. همچنین جهت کمک به حرکت انگشتان نیز به حرکات دیگر مفاصل مانند شانه و آرنج دارند که باعث کاهش در توانایی انجام حرکت طبیعی دست می شود (۱۱).

دسته دوم، دستگاه های رباتیک، با توانایی انجام کارهای تکراری می توانند برای بیماران کمک کننده باشند. کاربرد اصلی دستگاه های رباتیک انجام تمرینات فیزیکی جهت درمان است، در واقع دستگاه های رباتیک اکنون در تمرینات و ارزیابی های بالینی استفاده می شوند. اکثر این دستگاه ها تنها برای استفاده در مراکز درمانی تخصصی طراحی شده اند و نیاز به نظارت افراد متخصص جهت استفاده دارند (۱۱). دسته سوم، ارتوزهای قدرتی، برخلاف ارتوزهای غیرفعال توانایی دستیابی به نوعی حرکت فعال را دارند (۱۲) و می توان آن ها را به لحاظ ساختاری به دو گروه وسایل با اسکلت خارجی و وسایل دستکش مانند تقسیم نمود. در گروه اول یک اسکلت خارجی جهت کمک

دست یکی از مهمترین ارگان های بدن انسان است و حرکات آن نقش محوری در زندگی افراد دارد. حفظ عملکرد دست به طور معمول برای فراهم کردن استقلال افراد و انجام فعالیت های روزمره زندگی بسیار مهم است (۳-۱). از دست دادن عملکرد دست یکی از آسیب های اصلی ناشی از اختلالات عصبی-عضلانی است که باعث از کار افتادگی و ناتوانی، جلوگیری از عملکرد شغلی موثر و مشارکت مستقل در زندگی روزمره می شود (۴،۵). این امر باعث کاهش کیفیت زندگی در افراد و محدود کردن مشارکت این افراد در اجتماع و زندگی شخصی می گردد (۶-۸). وجود ناتوانی های عملکردی وابستگی نسبی افراد به دیگران برای انجام کار های روزانه را به دنبال دارد (۹،۱۰).

روش های مختلفی در درمان و بهبود عملکرد دست مورد استفاده قرار می گیرد. از متداول ترین روش های توانبخشی دست می توان به تمرینات فیزیوتراپی و کار درمانی و همچنین استفاده از ارتوزها و دستگاه های رباتیک اشاره کرد (۲). تحقیقات اخیر گستره وسیعی از ارتوزها و دستگاه های رباتیک را جهت کمک به توانبخشی فیزیکی ارائه داده اند. این وسایل را می توان به سه دسته ارتوز های غیر فعال، دستگاه های رباتیک و ارتوز های قدرتی تقسیم بندی کرد (۱۱). ارتوزهای غیر فعال با اهداف درمانی، عملکردی و

ارتوزها و شناخت نقاط قوت و ضعف موجود در این وسایل می تواند در طراحی ارتوزهای جدید موثر باشد. از این رو هدف این مطالعه، مروری بر ساختار و عملکرد ارتوزهای قدرتی دستکش ماندنی است که تا به امروز به منظور تمرین، کمک و بهبود عملکرد در بیماران با ضعف یا فلج عضلات دست طراحی شده اند.

### روش بررسی

جهت جمع آوری مطالعات صورت گرفته در این زمینه از استراتژی جستجوی PICO استفاده گردید (۱۹). بدین منظور مطالعات در پایگاه های اطلاعاتی Pubmed، Scopus و ISI web of sciences در بازه زمانی سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ مورد جستجو قرار گرفتند. با توجه به اینکه بسیاری از مطالعاتی که در زمینه طراحی و ساخت ارتوزهای قدرتی و رباتیک انجام می شود در مجلات مرتبط با حیطه مهندسی انتشار می یابند از این رو پایگاه اطلاعاتی IEEE که پایگاه تخصصی در زمینه تحقیقات مهندسی می باشد نیز مورد بررسی قرار گرفت. کلید واژه های مورد استفاده براساس استراتژی PICO در جدول ۱ آورده شده است. معیارهای مدنظر برای ورود مطالعات شامل این موارد بود؛ طراحی، ساخت ارتوز قدرتی دستکش ماندنی، استفاده از ارتوز برای درمان، توانبخشی و بهبود عملکرد دست، استفاده برای افرادی که دچار ضعف و یا فلج در عضلات دست در اثر مشکلات سیستم اعصاب مرکزی بودند.

### یافته ها

با استفاده از کلید واژه های معرفی شده و پس از حذف مقالات تکراری ۶۰۵ مقاله بدست آمد. بعد از ارزیابی عناوین این مقالات، ۳۶۴ مقاله به علت تکراری بودن و یا اینکه تنها در زمینه بیماری ها و درمان آن ها بدون استفاده از روش- های توانبخشی دست بودند حذف شدند. از بین مقالات باقیمانده بعد از مطالعه چکیده مقالات ۱۸۳ مطالعه به علت بررسی سایر روش های توانبخشی (کاردرمانی، فیزیوتراپی و ارتوزهای غیر فعال و ...) و ۴۶ مطالعه به علت معرفی و بررسی ارتوزهای قدرتی با اسکلت خارجی حذف شدند (نمودار ۱). در نهایت ۱۲ مقاله باقیمانده مورد بررسی قرار گرفتند (جدول ۲).

یکی از اولین ارتوزهای دستکش ماندنی که به هدف کمک به درمان توانبخشی دست آسیب دیده معرفی گردید

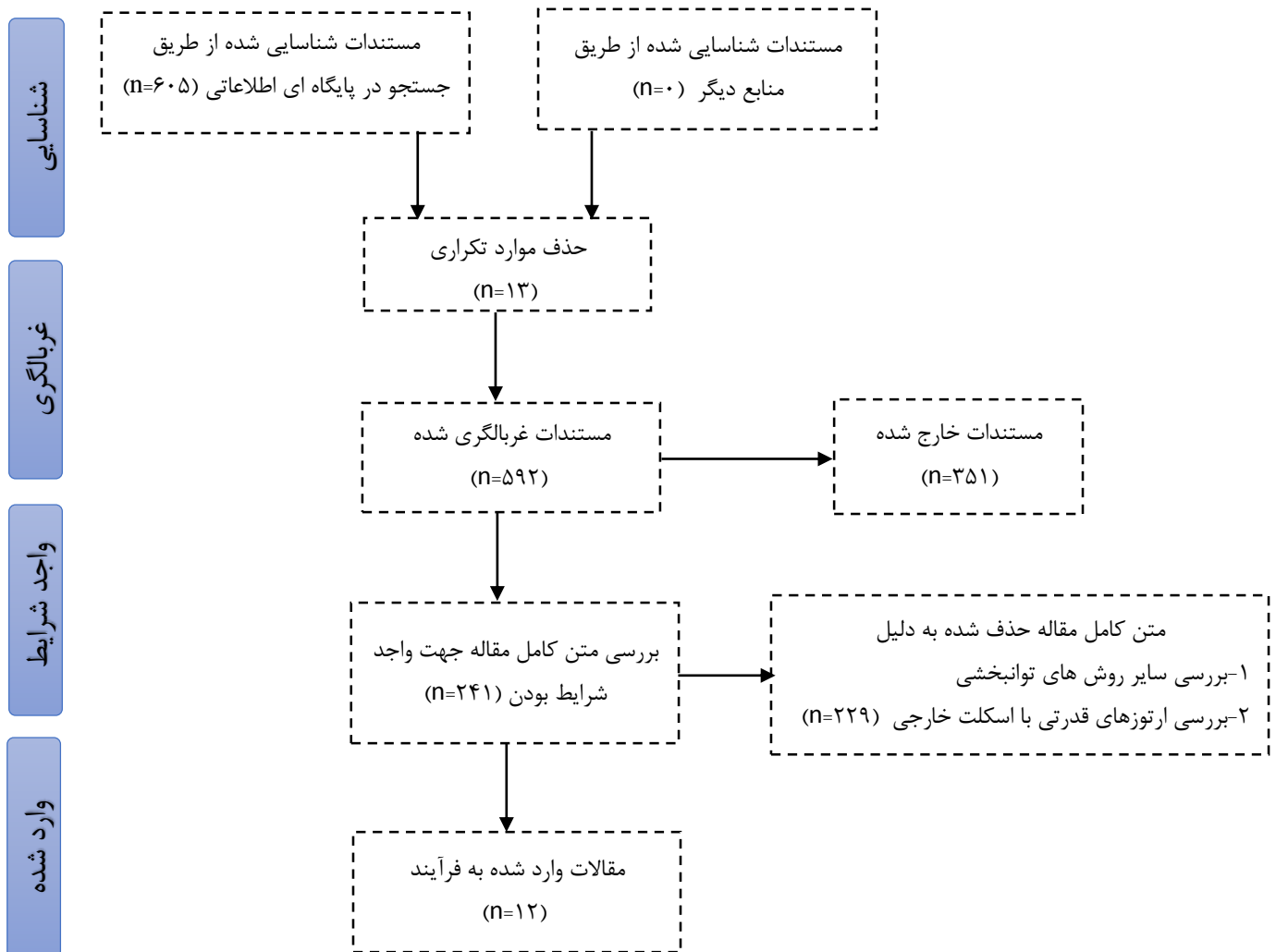
به حرکت مفاصل بر روی دست قرار می گیرد و حرکات گرفتن به وسیله سیستم محرک حاصل می گردد (۱۳). در این ارتوزها یک رابط کاربری جهت کنترل و عملکرد سیستم محرک به کار می رود که می تواند به صورت سویچ، شتاب سنج و یا حسگر های خاص باشد. همچنین یک کنترل کننده حرکت جهت ارسال سیگنال از رابط کاربری به سیستم محرک استفاده می شود (۱۴). این گروه از ارتوزها ساختار حجیم دارند و عملکرد دست را در محیط- های متفاوت محدود می نماید. حتی اگر این وسایل به لحاظ فیزیکی مانع جابجایی دست نشوند وزن این وسایل تا حد زیادی مانع حرکات بازو در بیماران می گردد (۱۵). همچنین از لحاظ ظاهری هم پذیرش کمتری دارند.

طرح های دستکش مانند نسبت به گروه اول حجم کمتری دارند، استفاده از آن ها راحت تر و پوشیدن آن ها ساده تر می باشد. در این ساختارها میزان استرس های وارد شده بر روی دست، انگشتان و مفاصل را در طول درمان کمتر است (۱۶). فرم دستکشی این ارتوزها، آن ها را برای استفاده روزانه مناسب ساخته و باعث ایجاد همزمانی توانبخشی با فعالیت های روزانه می گردد (۱۶، ۱۷). ساختار خارجی این طرح ها معمولاً از سیستم کابل و یا سیم بوده که بر روی یا درون دستکش جاسازی شده اند. حسگرهای مختلفی از جمله حسگر زاویه مفصل و میزان نیرو به طور معمول در طرح های موجود جهت ایجاد بازخورد کنترل بر روی نوک انگشتان درون دستکش جاسازی شده اند. سیستم محرک طرح های موجود به صورت پنوماتیک، موتور Servo و یا عضله مصنوعی با سیستم پنوماتیک بوده است (۱۲، ۱۵، ۱۸).

استفاده از ارتوز های قدرتی با توجه به ویژگی های در نظر گرفته شده در ساختار آن ها تا حدود زیادی می تواند در توانبخشی و بهبود شرایط افراد با مشکلات حرکتی دست کمک کننده باشد. امروزه گستره وسیعی از این ارتوزها طراحی و معرفی شده اند. در این بین ارتوزهای قدرتی دستکش ماندنی با توجه به امکان پوشیده شدن راحت تر و قرارگیری بر روی ساختار دست با حجم و وزن کمتر در مقایسه با طرح های اسکلت خارجی بیشتر مورد توجه قرار گرفته اند. با توجه به گستردگی ارتوزهای معرفی شده، شناخت ساختار و عملکرد این نوع ارتوزها می تواند در انتخاب و سایل درمانی مناسب برای بیماران کمک کننده باشد. به علاوه آشنایی با مکانیزم های عملکردی این

جدول ۱: کلید واژه های مورد استفاده براساس استراتژی PICO

Population	Intervention	Comparison	Outcome
Stroke	Glove hand	Power hand and robot machine	Hand Training
Brain Injuries	Robotic glove	Glove-like and exoskeletal hand	Hand function rehabilitation
Multiple sclerosis	Wearable robot	Power hand and passive hand	Hand therapy
Traumatic brain injury	Rehabilitation device		
	Assistive devices		



نمودار ۱: دیاگرام انتخاب مطالعات برای ورود به فرایند مطالعه

جدول ۲: ارتوز های قدرتی دست دستکش مانند معرفی شده در مطالعات

نویسنده/سال	ارتوز	سیستم انتقال نیرو	سیستم محرک	سیستم کنترل	نوع کاربرد
ابوالفتاحی ۲۰۰۴ (۱۹)	Rehabilitation glove	تاندون مصنوعی	پیزو الکتریک خطی	نرم افزاری	تمرینی
Noritsugu ۲۰۰۹ (۲۰)	Power assist glove	عضلات مصنوعی	پنوماتیک	سویچ	تمرینی و کمکی
Connelly ۲۰۰۹ (۱۵)	PneuGlove	کیسه هوا و حمایت لای اکرا	پنوماتیک	نرم افزاری	تمرینی
Delph ۲۰۱۳ (۱۲)	Soft Robotic Exomusculature Glove	کابل	موتور الکتریکی	سویچ	تمرینی
Vanoglio ۲۰۱۳ (۱۸)	Gloreha	کابل	موتور الکتریکی	حسگرهای موقعیت	تمرینی
Friedman ۲۰۱۴ (۴)	MusicGlove	-	-	نرم افزاری	تمرینی
Nycz ۲۰۱۵ (۲۲)	Tendon Actuated Soft Robotic	کابل	موتور الکتریکی	سیگنال EMG	تمرینی و کمکی
Park ۲۰۱۶ (۲۳)	Wearable Exotendon	کابل	سیستم محرک خطی	سویچ	تمرینی
Lasonder ۲۰۱۷ (۲۴)	HandinMind	کابل	موتور الکتریکی	نرم افزاری	تمرینی و کمکی
Fischer ۲۰۱۵ (۲۵)	XGlove	کابل	سیستم محرک خطی	سنسور نیرو	کمکی
Yurkewich ۲۰۱۹ (۲۶)	Extension Robot Orthosis Glove	کابل	موتور الکتریکی	سنسور ژيروسکوپ	کمکی
فردی پور ۲۰۱۸ (۲۷)	EMG controlled power hand orthosis	کابل	موتور الکتریکی	سیگنال EMG	تمرینی و کمکی

که از فشار هوا جهت کمک به باز شدن انگشتان دست استفاده می کند. این دستکش شامل یک کیسه هوا در کف دست می باشد. کیسه هوا دارای ۵ کانال مستقل برای هر انگشت بوده و فشار هوا در داخل هر کانال باعث ایجاد نیروی باز شدن در انگشتان می شود. کنترل این دستکش از طریق یک برنامه نرم افزاری صورت می پذیرد. این دستکش برای ارتباط با محیط مجازی مناسب است و می تواند بازخورد لمسی علاوه بر کمک به باز شدن انگشتان را فراهم کند.

نوع دیگر طرح های دستکش مانند، Soft Robotic Exomusculature Glove (ارتوز ۴) است که دارای یک دستکش کاملا انعطاف پذیر و یک جفت کابل برای هر انگشت می باشد (۲۲). کابل ها از نوک هر انگشت شروع شده، در طول هر انگشت ادامه یافته، طول بازو را رد کرده و در نهایت از طریق قرقره به موتور Servo که در یک کوله پشتی قرار داده شده متصل می شود. سیستم هر انگشت را به طور مستقل کنترل می کند. حالت های کنترل در این دستکش به سه صورت سویچ، موقعیت های برنامه ریزی شده و سیگنال EMG است. این دستکش با انجام حرکات مکرر باز و بسته کردن دست به توانبخشی دست آسیب دیده کمک می کند.

طرح Gloreha (ارتوز ۵) که به هدف بهبود عملکرد

طرح Rehabilitation glove بود (ارتوز ۱) (۲۰). این دستکش با کنترل و حفظ نیروی مورد نظر برای گرفتن اشیا یک گرفتن ایمن را برای بیماران با مشکلات حرکتی دست ایجاد می کند. در این وسیله از سیستم محرک خطی پیزوالکتریک ظریف برای ایجاد قدرت استفاده می شود که با کشیدن تاندون مصنوعی جاسازی شده در دستکش عمل عضله را تقلید می کند. فعال سازی سیستم محرک توسط یک کامپیوتر جیبی کنترل می شود و بدین وسیله ارتوز قابل حمل می باشد.

ارتوز Power assist glove (ارتوز ۲) طرح دستکش مانند دیگری است که با استفاده از عضلات مصنوعی منحنی شکل لاستیکی پنوماتیک به جمع شدن و خم شدن انگشتان و افزایش نیروی گرفتن دست کمک می کند (۲۱). هر ساختار از دو عضله با قطر متفاوت که به هم متصل شده اند تشکیل شده است. عضلات با قطر کمتر در قسمت نوک انگشتان و عضلات با قطر بزرگتر در قاعده انگشتان قرار دارد. این دستکش برای کمک به نیروی عضلانی و حمایت فعالیت های روزانه و همچنین توانبخشی و درمان ساخته شده است.

PneuGlove (ارتوز ۳) نمونه دیگری است که به هدف کمک به توانبخشی حرکات دست در بیماران طراحی گردید (۱۳). این طرح دارای یک دستکش با کنترل Servo است

میکروکنترلر برای کنترل حرکات می باشد. یک سیستم کابلی در دستکش آن تعبیه گردیده بود که از طریق اتصال به موتور نیروی حرکتی برای جمع شدن و باز شدن انگشتان را فراهم می نماید. جهت کنترل حرکات در این وسیله یک سیستم نرم افزاری طراحی گردیده است که از طریق سنسور های فشاری قرار گرفته در نوک انگشتان عمل می نماید.

طرح X-Glove (ارتوز ۱۰) یک ساختار دستکش مانند است که به هدف توانبخشی بیماران سکته مغزی ارائه گردید (۲۶). ساختار این ارتوز می تواند به حرکت اکستنشن کمک کند و یا از جمع شدن جلوگیری نماید. در این سیستم از موتور Servo خطی اختصاصی برای هر انگشت استفاده شده است. هر انگشت از طریق یک ساختار ویژه به کابل هایی که به صورت مجزا به هریک از موتورهای متصل شده است وصل می گردد. برای کنترل وسیله از سیستم کلید و یا از طریق حسگرهای کششی که برای ارتوز تعبیه شده است. این ارتوز هم برای تمرین و هم برای کمک به عملکرد بیماران قابل استفاده می باشد.

ارتوز دیگری که به هدف کمک به بیماران با سکته مغزی ارائه شد Extension Robot Orthosis Hand Glove (ارتوز ۱۱) است (۲۷). ساختار این ارتوز از یک دستکش و یک سیستم کابلی متصل به سه انگشت شست، اشاره و میانی شکل می گرفت. سیستم محرک آن از یک موتور Servo خطی که به محل اتصال مشترک کابل های انگشتان وصل می گردید شکل می گرفت. حرکت موتور خطی باعث کشیده شدن یا هل دادن سیستم کابلی شده و عملکرد باز و بسته شدن انگشتان را فراهم می نمود. دو سیستم کنترل با استفاده از کلید و یا حسگر ژيروسکوپ برای آن در نظر گرفته شده است.

EMG-controlled power hand orthosis (ارتوز ۱۲) ارتوزی است که به منظور بهبود عملکرد بیماران با پارزی دست و همچنین به منظور استفاده در توانبخشی طراحی گردید (۲۸). این ارتوز دارای یک سیستم کابلی مشابه سیستم تاندونی دست است که برای تولید حرکت اکستنشن انگشتان مورد استفاده قرار می گیرد. در این سیستم برای هر انگشت یک ساختار کابلی در نظر گرفته شده است که این کابل ها در قسمت ساعد از طریق یک مجموع قرقره ای به موتور DC متصل می گردند. در این سیستم سه وضعیت کنترل کلید، وضعیت حرکتی ثابت و

دست در بیماران نورولوژیک ساخته شد یکی دیگر از ارتوزهای معرفی شده در این حیطه می باشد. تمرکز این طرح بر روی مفاصل انگشتان بوده و ۵ درجه آزادی حرکت ایجاد می کند. سیستم محرک آن موتور الکتریکی است و سیستم کنترل آن به وسیله حسگرهای موقعیت انجام می شود. (۱۱).

MusicGlove (ارتوز ۶) ارتوز دیگری در این زمینه می باشد که بر پایه موسیقی درمانی و تاثیر آن بر تغییرات پلاستیک در قشر حرکتی مغز می باشد طراحی گردیده است (۴). این دستکش یک وسیله توانبخشی بر پایه موسیقی جهت کمک به افراد برای بازیایی عملکرد دست می باشد. در بازی کامپیوتری طراحی شده برای این وسیله فرد با لمس یکی از هدایتگرهای مورد نظر در زمان مشخص باعث افزایش صدای موسیقی و در صورت درست اجرا نکردن موجب کاهش صدای موسیقی می شود.

Tendon actuated soft robotic (ارتوز ۷) طرح دستکش مانند دیگر است که از مکانیزمی مشابه سیستم تاندونی دست جهت انتقال نیرو استفاده می نمود (۲۳). در این طرح یک ساختار عضلات خارجی برای انتقال قدرت موتور به کابل های طراحی شده بر روی پشت و کف دست استفاده گردید. در این وسیله یک موتور الکتریکی قوی که به چند قرقره مختلف متصل می گردید به کار گرفته شد. همچنین از سیستم کنترل EMG سطحی جهت کنترل حرکات جمع شدن و باز شدن دست بهره برده شده است. طرح Wearable exotendon network (ارتوز ۸) دارای یک سیستم انتقال نیرو با شبکه کابلی ویژه می باشد که هدف از طراحی آن تولید یک وسیله تمرینی برای حرکات دست بود (۲۴). شبکه کابلی این وسیله برای حرکات باز شدن و جمع شدن به صورت مجزا طراحی گردیده است. در بخش پشت دستی کابل های عبور کننده از پشت انگشتان قبل از رسیدن به بخش مچ دست، از طریق یک یکپارچه کننده تبدیل به کابل واحدی شده که به سیستم موتور متصل می گردید. به منظور تامین حرکت در این وسیله دو موتور خطی مجزا برای حرکات جمع شدن و باز شدن در نظر گرفته شده بود.

Hand in Mind (ارتوز ۹) ارتوز دیگری است که جهت تمرین و کمک به حرکت در بیماران سکته مغزی در نظر گرفته شده است (۲۵). این وسیله شامل یک دستکش، بخش کنترل، موتور مجزا برای هر یک از انگشتان و یک

کنترل با الکترومایوگرافی در نظر گرفته شده است.

### بحث و نتیجه گیری

همان گونه که در بررسی مطالعات دیده می شود، تحقیقات بسیاری در زمینه طراحی و ساخت ارتوز قدرتی جهت کمک به توانبخشی دست آسیب دیده در بیماران با آسیب سیستم عصبی مرکزی صورت گرفته است. در اکثر این طرح ها علیرغم وجود مزایا در طراحی، ساخت و کاربرد، مشکلاتی نیز دیده می شود که کارایی آن ها را در برآورده سازی نیازهای جامعه هدف با محدودیت مواجه می سازد.

اگرچه طرح هایی که از ساختارهای دستکش مانند استفاده کرده اند توانسته اند مشکل مربوط به حجم و وزن ارتوز را کاهش دهند اما در اکثر طرح های موجود مکانیزم حرکتی ارتوز به گونه ای طراحی شده است که برای تامین حرکت نیازمند سیستم محرک های خاص می باشند. این امر سبب شده است که در این طرح ها از سیستم محرک پنوماتیک و یا سیستم محرک الکترونیک با موتورهای بزرگ و سنگین استفاده شود. استفاده از این نوع سیستم محرک امکان جا به جایی ارتوز و همچنین استفاده از آن را در محیط های مختلف محدود می نماید و فرد مجبور است برای آموزش و تمرین از ارتوز تنها در یک مکان خاص استفاده نماید.

به علاوه از آنجا که هدف اصلی طراحی بیشتر این وسایل کمک به جمع شدن بوده است، به منظور محدود نکردن فضای کف دست از ساختار پشت دستی استفاده شده است که برای تولید حرکت از مکانیزمی متفاوت از ساختار طبیعی دست انسان استفاده می نماید. این امر باعث می گردد آموزش و تمرین انجام شده با ارتوز کارایی لازم برای بازیابی الگوی حرکتی طبیعی دست را نداشته باشد. این ضعف بویژه در مورد حرکت باز شدن به علت انجام حرکت به صورت غیر فعال مشهود تر می باشد. حرکت باز شدن در اکثر این ارتوزها نادیده گرفته شود و یا به صورت غیر فعال تامین گردد. این درحالی است که بخش زیادی از مشکل افراد با پارزی دست ناشی از سکنه مغزی مربوط به حرکت باز شدن انگشتان است و در نظر گرفتن این امر در طراحی ارتوز دارای اهمیت است.

یکی دیگر از مشکلاتی که در طرح های حاضر دیده می شود استفاده از سیستم های کامپیوتری برای کنترل و تامین حرکت ارتوز می باشد. در واقع در بخش عمده ای از

طرح های ارتوزی که در این مرور معرفی شدند، فرد در انجام حرکات و کنترل آن ها نقشی نداشته و نرم افزارهای طراحی شده برای سیستم این امر را بر عهده دارند. این موضوع از دو منظر دارای اهمیت است. اول اینکه استفاده از سیستم های نرم افزاری در این ارتوزها باعث شده است که برای استفاده از ارتوز نیاز به کامپیوتری باشد که ارتوز به آن متصل گردد که این خود باعث محدود شدن استفاده از ارتوز در مکان ها و محیط های مختلف می گردد. در این حالت آموزش و تمرین فرد محدود به میز و محدوده ای می شود که سیستم کامپیوتری در آن قرار دارد. اما مورد دوم که از اهمیت به سزایی نیز برخوردار است عدم مشارکت فرد در کنترل و تولید حرکت است. این عدم مشارکت باعث می شود ارتوز نتواند در بازیابی الگوهای حرکتی عضلات نقش موثری ایفا نماید و انجام حرکات به صورت غیرفعال صورت پذیرد.

محدودیت دیگری که می توان برای بخشی از ارتوزهای معرفی شده در این مرور ذکر کرد استفاده از محیط های مجازی برای آموزش و تمرین با ارتوز می باشد. در بسیاری از این طرح ها، ارتوز قابلیت گرفتن و دستکاری اشیاء واقعی را ندارد و فرد باید برای آموزش و تمرین با ارتوز از فضای مجازی استفاده کند. برای این ارتوزها یک برنامه نرم افزاری طراحی شده است که فرد می بایست با استفاده از کامپیوتر حرکات مد نظر گرفته شده در نرم افزار را صورت دهد. این امر نه تنها باعث محدود شدن فرد به یک محیط خاص برای استفاده از ارتوز می گردد بلکه امکان تعامل فرد با محیط واقعی را محدود می سازد و در بازیابی و بهبود عملکرد دست برای گرفتن اشیاء واقعی نقش موثری ایفا نمی نماید. اگرچه هر یک از طرح های ارتوزی معرفی شده دارای مزایایی جهت برآورده سازی نیازهای جامعه هدف خود هستند اما خالی از محدودیت نیز نمی باشند. رفع محدودیت های این طرح ها می تواند در بالا بردن کارایی و تامین بهتر نیازهای افرادی که از این ارتوزها استفاده می نمایند نقش موثری داشته باشد. به نظر می رسد طرح سیستم انتقال نیرو به علت اینکه پل ارتباطی بین سیستم محرک و منبع تولید حرکت می باشد، نقش موثری در تعیین ساختارهای مورد نیاز برای این ارتوزها را داشته باشد. از این رو در تحقیقات آتی می بایست تمرکز بیشتری بر روی سیستم های انتقال نیروی ارتوزهای قدرتی صورت پذیرد.

## منابع

1. Li J, Wang S, Wang J, Zheng R, et al. Development of a hand exoskeleton system for index finger rehabilitation. *Chinese Journal of Mechanical Engineering* 2012; 25(2): 223-233.
2. Sarakoglou I, Tsagarakis NG, Caldwell DG. Occupational and physical therapy using a hand exoskeleton based exerciser. *Intelligent Robots and Systems*. 2004; 3: 2973-2978.
3. Wang J, Li J, Zhang Y, Wang S, editors. Design of an exoskeleton for index finger rehabilitation. *Engineering in Medicine and Biology Society, 2009 EMBC 2009 Annual International Conference of the IEEE*; 2009; 5957-5960. IEEE.
4. Friedman N, Chan V, Reinkensmeyer AN, Beroukhim A, et al. Retraining and assessing hand movement after stroke using the MusicGlove: comparison with conventional hand therapy and isometric grip training. *J Neuroeng Rehabil* 2014; 11(1): 1-14.
5. Fischer HC, Stubblefield K, Kline T, Luo X, et al. Hand rehabilitation following stroke: a pilot study of assisted finger extension training in a virtual environment. *Topics in Stroke Rehabilitation* 2007; 14(1): 1-12.
6. Patar MNAA, Komeda T, Low CY, Mahmud J. System Integration and Control of Finger Orthosis for Post Stroke Rehabilitation. *Procedia Technology* 2014; 15(1): 756-765.
7. Oess NP, Wanek J, Curt A. Design and evaluation of a low-cost instrumented glove for hand function assessment. *J Neuroeng Rehabil* 2012; 9(2): 1-11.
8. Ates S, Leon B, Basteris A, Nijenhuis S, et al. Technical evaluation of and clinical experiences with the SCRIPT passive wrist and hand orthosis. *Human System Interactions (HSI), 2014 7th International Conference on*; 2014; 188-193.
9. Koohestani H, Baghcheghi N. The Prevalence of Depression among Caregivers of Stroke Survivors and Related Factors in Arak. *Iranian Journal of Epidemiology* 2012; 8(3): 66-72.
10. Iranmanesh F VR, Gadari F, Rajabpoor N. Study of Relationship between Prevalence of Post-Stroke Depression and Stroke Risk Factors. *Journal of Fasa University of Medical Sciences* 2012; 2(2): 66-70.
11. Maciejasz P, Eschweiler Jr, Gerlach-Hahn K, Jansen-Troy A, et al. A survey on robotic devices for upper limb rehabilitation. *J Neuroeng Rehabil* 2014; 11(1): 1-29.
12. Delph M A, Fischer S A, Gauthier Ph, Luna CH, et al. A Soft Robotic Exomusculature Glove with Integrated sEMG Sensing for Hand Rehabilitation. *13th International Conference on Rehabilitation Robotics*. 2013; 1-7.
13. DiCicco M, Lucas L, Matsuoka Y. Comparison of control strategies for an EMG controlled orthotic exoskeleton for the hand. *Robotics and Automation, 2004 Proceedings ICRA'04 2004 IEEE International Conference on*; 2004; 1622-1627.
14. Dorenfeld E, Wolf R, Zeveska S. Design of a powered hand orthosis. *Polytechnic Institute in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Bachelor of Science*; 2013.
15. Connelly L, Stoykov ME, Jia Y, Kenyon RV, et al. Use of a pneumatic glove for hand rehabilitation following stroke. *Engineering in Medicine and Biology Society, 2009 EMBC 2009 Annual International Conference of the IEEE*; 2009; 2434-2437.
16. Brassil T, Brassil JM. Hand rehabilitation glove. *Google Patents*; 2002.
17. Carmeli E, Peleg S, Bartur G, Elbo E, et al. HandTutor™ enhanced hand rehabilitation after stroke—a pilot study. *Physiotherapy Research International* 2011; 16(4): 191-200.
18. Santos CM, Pimenta CA, Nobre MR. The PICO strategy for the research question construction and evidence search. *Revista latino-americana de enfermagem* 2007; 15(3): 508-511.
19. Vanoglio F, Luisa A, Garofali F, Elbo E, et al. Evaluation of the effectiveness of Gloreha (Hand Rehabilitation Glove) on hemiplegic patients. *Pilot study. XIII Congress of Italian Society of Neurorehabilitation* 2011; 16(4); 191-200.



20. Abolfathi P. Development of an Instrumented and Powered Exoskeleton for the Rehabilitation of the Hand: School of Aerospace, Mechanical and Mechatronic Engineering, University of Sydney; 2007.
21. Noritsugu T, Takaiwa M, Sasaki D. Development of power assist wear using pneumatic rubber artificial muscles. *Journal of Robotics and Mechatronics* 2009; 21(5): 607-610.
22. Delph M A, Fischer S A , Gauthier P W, Luna CM, et al. Development of a Cable Driven Flexible Robotic Rehabilitation Glove. *Biomedical Engineering Society Annual Meeting* 2012.
23. Nycz CJ, Delph MA, Fischer GS. Modeling and design of a tendon actuated soft robotic exoskeleton for hemiparetic upper limb rehabilitation. *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2015 37th Annual International Conference of the IEEE*; 2015: 3889-3892.
24. Park S, Bishop L, Post T, Xiao Y, et al. On the feasibility of wearable exotendon networks for whole-hand movement patterns in stroke patients. *Robotics and Automation ,2016 IEEE International Conference on*; 2016: 3729-3735.
25. Prange-Lasonder GB, Radder B, Kottink AI, Melendez-Calderon A, et al. Applying a soft-robotic glove as assistive device and training tool with games to support hand function after stroke: Preliminary results on feasibility and potential clinical impact. *Rehabilitation Robotics, 2017 International Conference on*; 2017: 1401-1406.
26. Fischer HC, Triandafilou KM, Thielbar KO, Ochoa JM, et al. Use of a Portable Assistive Glove to Facilitate Rehabilitation in Stroke Survivors With Severe Hand Impairment. *IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering: a publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* 2015; 24(3): 344-351.
27. Yurkewich A, Hebert D, Wang RH, Mihailidis A. Hand Extension Robot Orthosis (HERO) Glove: Development and Testing With Stroke Survivors With Severe Hand Impairment. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering* 2019; 27(5): 916-926.
28. Fardipour S, Bahramizadeh M, Arazpour M, Jafarpisheh AS, et al. First prototype of EMG-controlled power hand orthosis for restoring hand extension in stroke patients. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine* 2018; 232(12): 1176-1181.