



شکل ۱۱. تصویر شماتیک از نمای عرضی زانوی ایستایی کنترل فعال شونده با وزن بدن.

با این حال سابقاً طراحی‌های معمول ترمزهای اصطکاکی فعال شونده با وزن بدن به دلیل محدودیت بیومکانیکال قابل توجهی که دارند محدود شده‌اند: این زانوی پروتزی نمی‌تواند خم شود مگر اینکه وزن به صورت کامل از آن برداشته شود. برای فردی که توانایی راه رفتن *foot over foot* را با یک پروتز داشته باشد. این ویژگی اساساً مکانیسم راه رفتن را به دلیل فلکشن زانو در طول فاز پیش از نوسان^۱ مختل می‌کند. به همین دلیل بهتر است که استفاده از زانوی کنترل کننده‌ی فاز ایستایی، برای افرادی که توانایی-های راه-رفتشان به دلیل ابتلا به انواع بیماری و همچنین مشکلات ناشی از قطع عضو به شدت محدود شده‌است، محدود شود. افرادی که به یک واکر برای تعادل نیاز دارند و به صورت آرام و به هم‌ریخته راه می‌روند با این زانوی پروتزی عملکرد بهتری خواهند داشت.

^۱ preswing

استفاده‌ی دو طرفه از زانوی کنترل‌کننده‌ی فاز ایستایی ممکن است خطر آسیب را در حین افتادن افزایش دهد چرا که مکانیسم ترمز، خم‌شدن زانوها و کنترل مسیر در رفتن ناگهانی زانو را غیرممکن می‌کند. نشستن با پروتز دارای ترمز اصطکاکی که به صورت دو-طرفه در حالت تحمل وزن می‌باشد نیز تقریباً غیرممکن است زیرا فرد دچار قطع عضو قادر نیست به صورت هم‌زمان وزن را از هر دو طرف بردارد تا اجازه‌ی خم‌شدن به زانوها را بدهد. در نتیجه زانوهای ترمز اصطکاکی فعال‌شونده با وزن بدن بهترین گزینه برای استفاده‌ی محدود به صورت یک طرفه می‌باشد.

در حال حاضر برخی از طراحی‌های جدید زانوهای کنترل‌کننده‌ی فاز ایستایی زمانی که زانو در وضعیت اکستنشن کامل تحت نیروی وزن قرار می‌گیرد به صورت خودکار ویژگی ثبات را آزاد می‌کنند. این پیشرفت در طراحی، عملکرد بیومکانیکی را بهبود می‌دهد و سبب می‌شود که استفاده از این زانوهای پروتزی زمانی که کنترل مکانیکی فاز ایستایی برای افرادی با توانایی راه‌رفتن *foot over foot* مورد نظر است، ترجیح داده شوند.

زانوهای چند محوره^۱

زانوهای چندمحوره اغلب از روی ظاهر توسط چندین مفصل همراه با ۴ محور که شایع‌ترین شکل از آنها می‌باشد، قابل تشخیص هستند. از آن جایی که مفاصل چهارمحوره به

¹ polycentric

۴ محور متصل شده است زانوهای پروتزی چندمحوره به عنوان طراحی‌های ۴ باره نیز شناخته می‌شوند (شکل ۱۲).

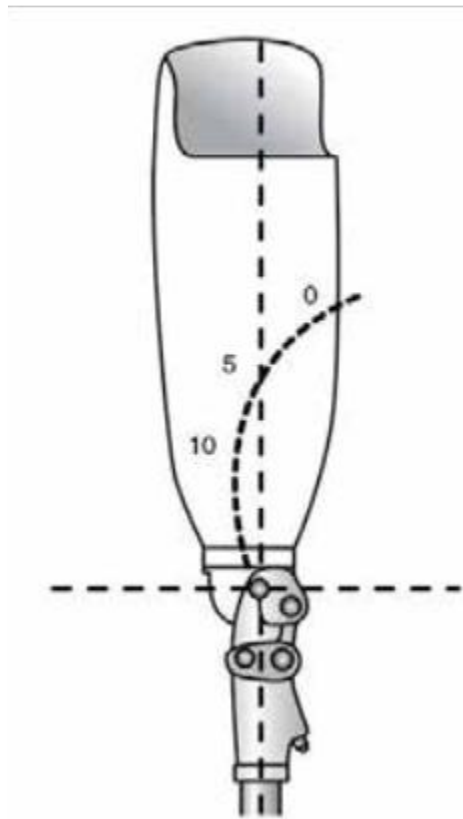


شکل ۱۲. تصویری از زانوی چند محوره ی چهار بار.

از آن جایی که زانوهای پروتزی چندمحوره مزایای بیومکانیکی بیشتری را نسبت به زانو-های تک‌محوره‌ی اصطکاک ثابت و کنترل‌کننده‌ی فاز ایستایی فراهم می‌کنند، شهرت بیشتری دارند. یکی از مزایای مهم این نوع از زانوهای پروتزی این است که مرکز آنی چرخش^۱ (ICOR) که مرکز چرخش عملکردی زانو می‌باشد نباید داخل مکانسیم زانو خودش قرار گرفته باشد. در طراحی‌های معمول زانوهای پروتزی چندمحوره، مرکز آنی

¹ Instantaneous center of rotation

چرخش در انتهای فوقانی و خلفی مفاصل مکانیکی زانو قرار گرفته است. قرارگیری پشتی مرکز آنی چرخش، دورتر نسبت به بردار نیروی عکس‌العمل زمین در حین ایستادن، سبب می‌شود که زانو به صورت ذاتی به علت گشتاور اکستنشنی ایجاد شده ثبات داشته باشد (شکل ۱۳).



تصویر ۱۳. تصویری از مرکز چرخش آنی اولیه (ICOR) زانوی های چند محوره که به طور معمول پروگزیمال و پشت محور مکانیکی می افتد. با خم شدن زانو مرکز چرخش آنی معمولاً در یک مسیر قدامی و دیستال ، همان طور که نشان داده شده در طول کمان مشخص شده ، حرکت می کند.

در بیش‌تر طراحی‌های زانوی پروتزی چندمحوره مرکز آنی چرخش با فلکشن زانو در طول یک مسیر هلالی که *cent rode* نامیده می‌شود به سمت جلو و انتهای تحتانی حرکت می‌کند. بعد از آن که زانو درجات اندکی خم شد، مرکز آنی چرخش زانو در قدم بردار نیروی عکس‌العمل زمین قرار می‌گیرد و زانو به صورت خودکار خم می‌شود. از دیدگاه کلینیکی این بدان معناست در صورتی که زانوی پروتزی چندمحوره به خوبی طراحی و به صورت مناسبی تنظیم شده‌باشد، می‌تواند ثبات لازم را در مراحل اولیه‌ی فاز ایستایی فراهم کند در حالی که به آرامی و آسانی در انتهای فاز ایستایی در طول فاز پیش از نوسان خم شود. بسیاری از افراد قطع عضو این ترکیب از ثبات کافی به همراه شروع اختیاری و آسان فاز نوسان را ترجیح می‌دهند.

برخی از زانوهای پروتزی چندمحوره فاصله‌ی بیش‌تری را بین نوک انگشتان تا زمین^۱ در فاز میانی نوسان فراهم می‌کنند زیرا لینکیج به صورت مکانیکی ساق را در طول فلکشن کوتاه می‌کند. این فاصله می‌تواند تا بیش از ۳ سانتی‌متر برای طراحی‌های خاص افزایش یابد که خطر به هم خوردن تعادل را در برخورد با موانع محیطی کاهش می‌دهد. به دلیل وجود چنین مزایای مکانیکی زانوهای پروتزی چندمحوره باثبات به صورت گسترده تجویز می‌شوند و استفاده از آن رو به افزایش است. هم‌چنین عملکرد خوبی در قطع عضوهای دوطرفه و قطع عضوهایی با سطوح بالاتر دارند.

¹ Toe clearance

توجه به این نکته نیز مهم است که همه‌ی زانوهای چندمحوره به طور ذاتی باثبات نیستند. نوع ثانویه‌ی زانوهای پروتزی چندمحوره وجود دارند که در ابتدا جهت تطبیق با استامپ‌های بلند جهت کاهش جلوزدگی مفصل نسبت به زانوی سالم در طول نشستن، طراحی شده‌اند (شکل ۱۴). از آنجایی که این زانوهای پروتزی برای افرادی با قطع عضو از روی مفصل زانو یا قطع عضوهای بالای زانو با سطوح بسیار پایین که طول استخوانی و قدرت عضلانی کافی برای کنترل ارادی پروتز با اندام باقی‌مانده را دارند تجویز می‌شوند، بسیاری از این زانوهای پروتزی ثبات ذاتی را فراهم نمی‌کنند.



شکل ۱۴. تصویری از زانوی پروتزی که برای استفاده در قطع عضوهای روی زانو طراحی شده است، که زیر سوکت خم می‌شود تا پیشروی زانو را به سمت دیستال سوکت به هنگام نشستن به حداقل برساند.