

فصل

۱



مبانی فیزیک و اصول مکانیکی

در تمرین درمانی



اهداف یادگیری

- در این فصل، دانشجویان با موارد زیر آشنا خواهند شد:
۱. تعریف مفاهیم مختلف فیزیک و بیومکانیک مورد استفاده در فیزیوتراپی
 ۲. کاربرد این اصول در مداخلات مختلف فیزیوتراپی در تمرین درمانی
 ۳. درک اصول بیومکانیکی و فیزیکی مورد نیاز برای تجویز تمرینات

محورها و صفحات

حرکات بدن انسان پیچیده هستند و برای توصیف آن‌ها از یک توصیف سه‌بعدی استفاده می‌شود. حرکات بدن بر اساس **محورها و صفحات** توصیف می‌شوند.

محورهای حرکتی: محور^۱، یک خط مستقیم فرضی است که حرکت حول آن انجام می‌شود. به عبارت دیگر، خطی است که جسم — یا در اینجا مفصل — حول آن می‌چرخد. حرکت در یک مفصل، در یک صفحه و حول یک محور رخ می‌دهد.

سه محور اصلی چرخش عبارت‌اند از:

۱. محور ساجیتال^۲

۲. محور فرونتال^۳

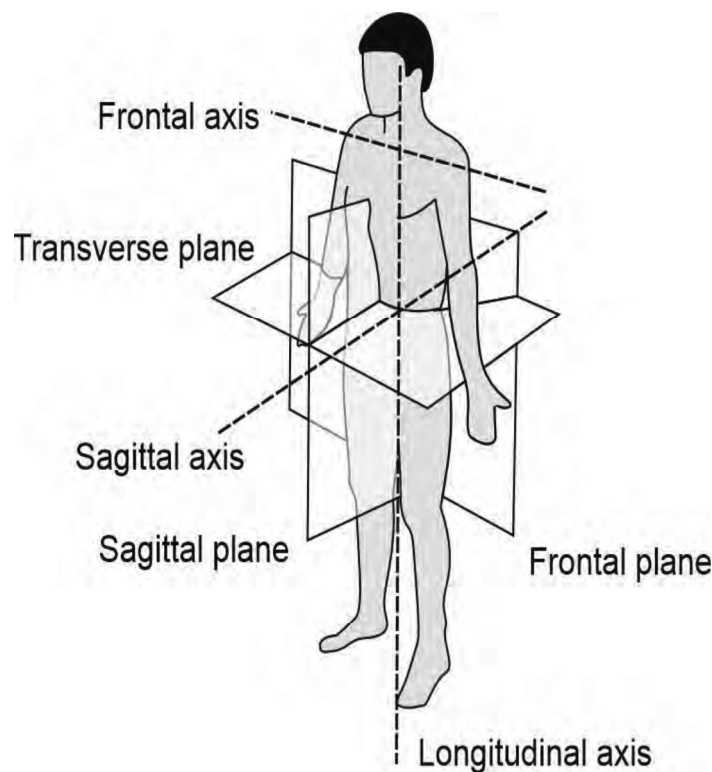
۳. محور عمودی^۴

1 Axis
2 Sagittal axis
3 Frontal axis
4 Vertical axis

محور ساجیتال (قدامی-خلفی): محور ساجیتال یک خط فرضی است که به صورت افقی از خلف به قدام امتداد می‌یابد و با درز ساجیتال مجسمه موازی است. حرکتی که حول این محور انجام می‌شود، همیشه در صفحه فرونتال رخ می‌دهد.

محور فرونتال (عرضی): محور فرونتال یک خط فرضی است که از سمت چپ به سمت راست بدن امتداد دارد و با درز فرونتال مجسمه موازی است. به این محور، **محور عرضی** نیز گفته می‌شود. حرکت حول محور فرونتال همیشه در صفحه ساجیتال انجام می‌شود.

محور عمودی (طولی): محور عمودی یک خط فرضی است که به صورت عمودی از پایین به بالا در بدن امتداد می‌یابد و با خط جاذبه موازی است. حرکتی که حول این محور رخ می‌دهد، همیشه در صفحه افقی انجام می‌شود.



شکل ۱-۱. محورهای حرکتی و صفحات حرکتی

صفحات حرکتی: صفحه، سطحی است که حرکت در امتداد آن انجام می‌شود و بر محور حرکت عمود است.

سه صفحه اصلی حرکت که از بدن انسان عبور می‌کنند عبارت‌اند از:

۱. صفحه ساجیتال

۲. صفحه فرونتال

۳. صفحه افقی (عرضی)

صفحه ساجیتال: صفحه ساجیتال را صفحه عمودی نیز می‌نامند. این صفحه بدن را به دو نیمه راست و چپ تقسیم می‌کند و به صورت عمودی قرار دارد. حرکات انجام‌شده در این صفحه شامل حرکت به جلو و عقب است؛ مانند خم و صاف کردن سر هنگام تکان دادن آن به نشانه تأیید. حرکات در صفحه ساجیتال حول محور فرونتال (عرضی) انجام می‌شوند.

صفحه فرونتال: صفحه فرونتال را صفحه کروئال نیز می‌نامند. این صفحه بدن را به دو بخش قدامی و خلفی تقسیم می‌کند و به صورت عمودی قرار دارد. حرکات در این صفحه حول محور قدامی-خلفی (ساجیتال) انجام می‌شوند.

صفحه افقی: صفحه افقی را صفحه عرضی نیز می‌نامند. این صفحه بدن را به دو بخش فوقانی و تحتانی تقسیم می‌کند و به صورت افقی قرار دارد. حرکات در این صفحه به موازات زمین انجام می‌شوند. به همین دلیل، این حرکات کمتر تحت تأثیر نیروی جاذبه قرار می‌گیرند و به آنها حرکات حذف‌شده از جاذبه گفته می‌شود.

اهمیت آگاهی از صفحات و محورها در تمرین درمانی

دانش درباره صفحات و محورهای حرکتی در تمرین درمانی اهمیت زیادی دارد.

- وزنه برداری، بلند کردن اجسام و حتی بسیاری از تمرینات با وزن بدن، اغلب در یک صفحه حرکتی انجام می شوند .
- در فعالیت های عملکردی روزمره و همچنین در ورزش، حرکات معمولاً به صورت سه صفحه ای انجام می شوند؛ یعنی حرکت به طور هم زمان در هر سه صفحه حرکتی رخ می دهد .
- سه صفحه حرکتی نقش بسیار مهمی دارند و ابزار مؤثری برای طراحی، اجرا و پیشرفت تمرینات مقاومتی، تمرینات تحمل وزن، تمرینات سرعتی و تمرینات بهبود دامنه حرکتی به شمار می آیند.
- عضلات ضعیفی که قادر به ایجاد حرکت در برابر نیروی جاذبه نیستند، اغلب می توانند در صفحه افقی تمرین داده شوند تا قدرت آن ها افزایش یابد.

کینماتیک

کینماتیک^۱ شاخه ای از بیومکانیک است که به مطالعه حرکت از دیدگاه هندسی می پردازد. در این بخش، حرکت بدون در نظر گرفتن نیروهای ایجادکننده آن توصیف می شود.

حرکت شناسی، حرکت را بر اساس موارد زیر بررسی و توصیف می کند:

۱. نوع حرکت^۲

۲. محل حرکت^۳

۳. جهت حرکت^۴

۴. مقدار حرکت^۵

نوع حرکت

حرکت چرخشی: اگر یک جسم حول یک محور ثابت حرکت کند و مسیر آن منحنی باشد، به طوری که همه نقاط جسم یا قطعه در یک زاویه مساوی و با فاصله ای یکسان حرکت کنند، این حرکت حرکت چرخشی نامیده می شود (شکل ۱-۲).

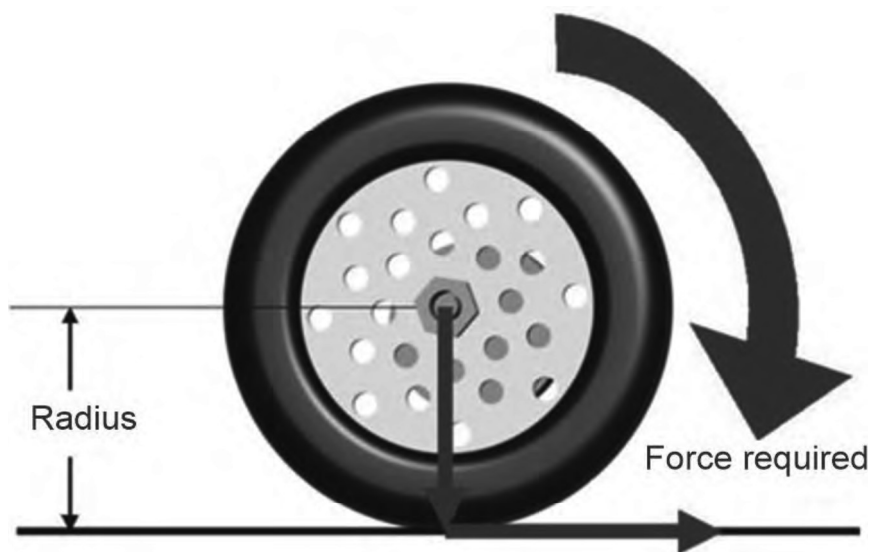
1 Kinematics

2 Type of motion

3 Location of motion

4 Direction of motion

5 Magnitude of motion



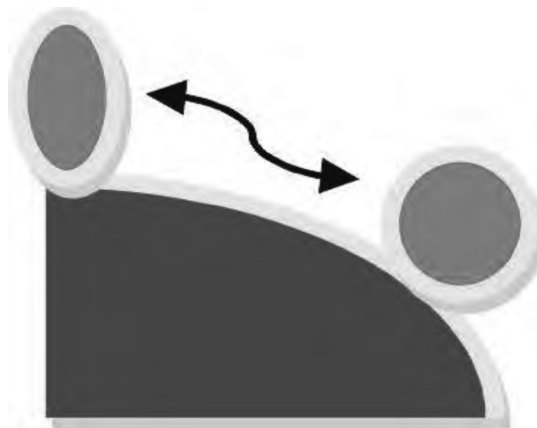
شکل ۱-۲. حرکت چرخشی

حرکت انتقالی: اگر یک جسم یا بخشی از بدن در مسیر مستقیم حرکت کند، به طوری که همه نقاط آن در یک زمان، مسافتی برابر و در مسیرهایی موازی جابه‌جا شوند، به آن **حرکت انتقالی**^۱ گفته می‌شود (شکل ۱-۳)



شکل ۱-۳. حرکت انتقالی

حرکت منحنی: این نوع حرکت ترکیبی از حرکت چرخشی^۱ و حرکت انتقالی است. این حرکت شایع‌ترین نوع حرکتی است که در مفاصل بدن انسان دیده می‌شود (شکل ۴-۱).



شکل ۴-۱. حرکت منحنی خط

حرکت صفحه‌ای عمومی^۲: در این نوع حرکت، جسم یا بخشی از بدن آزاد است و می‌تواند در هر جهتی حرکت کند.

محل حرکت^۳

حرکت مفصل را بر اساس محور و صفحه‌ای که حرکت در آن انجام می‌شود، توصیف می‌کند.

جهت حرکت^۴

حرکت ممکن است در جهت عقربه‌های ساعت یا خلاف جهت عقربه‌های ساعت انجام شود.

مقدار حرکت^۵

حرکت را بر اساس درجه توصیف می‌کند. معمولاً برای اندازه‌گیری مقدار حرکت در مفاصل از گونیامتر^۶ استفاده می‌شود که به آن دامنه حرکتی^۷ (ROM) گفته می‌شود.

-
- 1 Curvilinear motion
 - 2 General plane motion
 - 3 Location of Motion
 - 4 Direction of Motion
 - 5 Magnitude of Motion
 - 6 Goniometer
 - 7 Range of Motion

کینماتیک

شاخه‌ای از بیومکانیک است که به بررسی نیروهای ایجادکننده حرکت یا نیروهای مؤثر در حفظ تعادل (حالت تعادل) می‌پردازد.

نیرو

توانایی تغییر حالت سکون یک جسم یا تغییر حرکت یکنواخت آن در یک خط مستقیم است.

انواع نیروها

از دیدگاه بیومکانیکی، نیروها به دو نوع تقسیم می‌شوند:

۱. نیروهای خارجی^۱:

نیروهایی هستند که از خارج بر بدن وارد می‌شوند؛ مانند نیروی جاذبه زمین.

۲. نیروهای داخلی^۲:

نیروهایی هستند که از داخل بدن ایجاد و اعمال می‌شوند؛ مانند نیروی کشش ایجادشده توسط عضلات.

مؤلفه‌های نیرو^۳

هر نیرو از سه مؤلفه اصلی تشکیل می‌شود:

۱. جهت نیرو^۴: جهت اعمال نیرو را مشخص می‌کند.

۲. مقدار نیرو^۵: میزان یا شدت نیرو را مشخص می‌کند.

۳. نقطه اثر نیرو^۶: محل وارد شدن نیرو بر جسم را مشخص می‌کند.

در شکل ۱-۵، جهت نیرو با فلش نشان داده می‌شود، مقدار نیرو با طول فلش مشخص می‌شود و انتهای فلش نشان‌دهنده نقطه اثر نیرو است.

1 External Forces

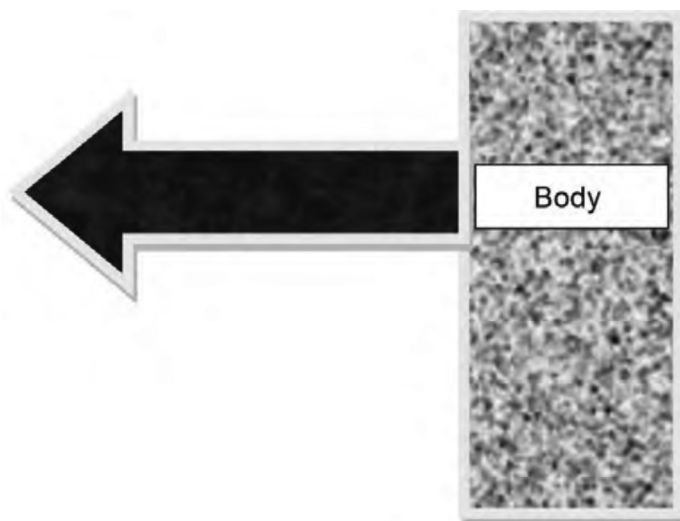
2 Internal Forces

3 Composition of Forces

4 Direction of Force

5 Magnitude of Force

6 Point of Application of Force



شکل ۱-۵: مؤلفه‌های نیرو

فیکس کردن (ثابت نگه داشتن) و ثبات‌دهی نیروها

- فیکس کردن^۱ بیانگر حالتی از بی حرکتی است.
- ثبات‌دهی^۲ بیانگر بی حرکتی نسبی است.
- فیکس کردن فرایندی کلی است که از طریق آن از حرکت در یک مفصل جلوگیری می‌شود؛ برای مثال، به منظور حفظ یک وضعیت بدنی (پاسچر).

روش‌های فیکس کردن (ثابت نگه داشتن) و ثبات‌دهی در فیزیوتراپی

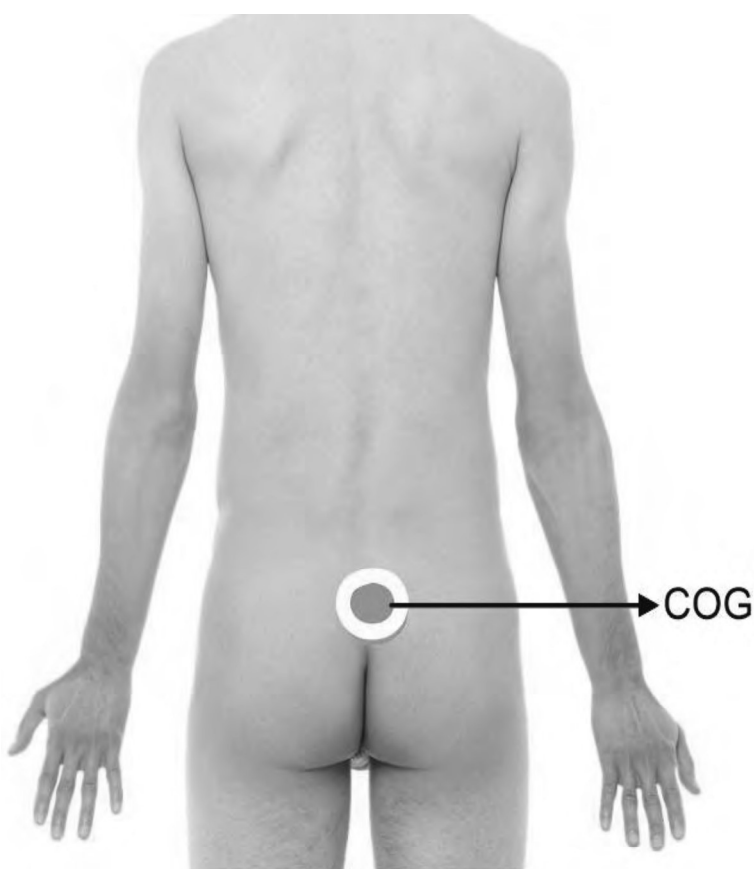
- کشش^۳
- کیسه‌های وزنه^۴
- آتل‌بندی^۵
- بستن با بند یا تسمه^۶

-
- 1 Fixation
 - 2 Stabilization
 - 3 Traction
 - 4 Weight Bags
 - 5 Splintage
 - 6 Straps

جاذبه

جاذبه^۱ نیرویی است که بر اثر آن همه اجسام به سمت زمین کشیده می شوند. این نیرو به طور پیوسته بر بدن انسان اثر می گذارد.

مرکز ثقل (COG)^۲: نقطه ای از یک جسم است که می توان تمام نیروی جاذبه وارد بر جسم را متمرکز در آن نقطه در نظر گرفت. در بدن انسان، مرکز ثقل در سطح مهره دوم خاجی (S2) قرار دارد (شکل ۱-۶).



شکل ۱-۶: مرکز ثقل (COG)

1 Gravity
2 Center of Gravity

خط اثر جاذبه (خط کشش ثقل)^۱: یک خط عمودی است که از مرکز ثقل عبور می‌کند. در بدن انسان، این خط از ناحیه میانی مهره‌های گردنی و کمری عبور کرده و در جلوی مهره‌های سینه‌ای قرار می‌گیرد (شکل ۱-۷).



شکل ۱-۷: خط اثر جاذبه (خط کشش ثقل)

سطح اتکا^۲: ناحیه‌ای است که یک جسم جامد بر روی آن قرار گرفته و از آن حمایت می‌شود و نقش بسیار مهمی در حفظ تعادل دارد.

تعادل^۳: هنگامی که تمام نیروهای وارد بر یک جسم کاملاً در حالت توازن باشند، گفته می‌شود که جسم در وضعیت تعادل قرار دارد.

1 Line of Gravity
2 Base of Support
3 Equilibrium

سه حالت تعادل وجود دارد:

- تعادل پایدار^۱
- تعادل ناپایدار^۲
- تعادل خنثی^۳

تعادل پایدار: اگر نیروهای وارد بر جسمی که در حالت سکون قرار دارد، پس از جابه‌جا شدن جسم بتوانند آن را به وضعیت اولیه خود بازگردانند، به این حالت «تعادل پایدار» گفته می‌شود؛ برای مثال، حالت نشستن (شکل ۸-۱).



شکل ۸-۱: تعادل پایدار

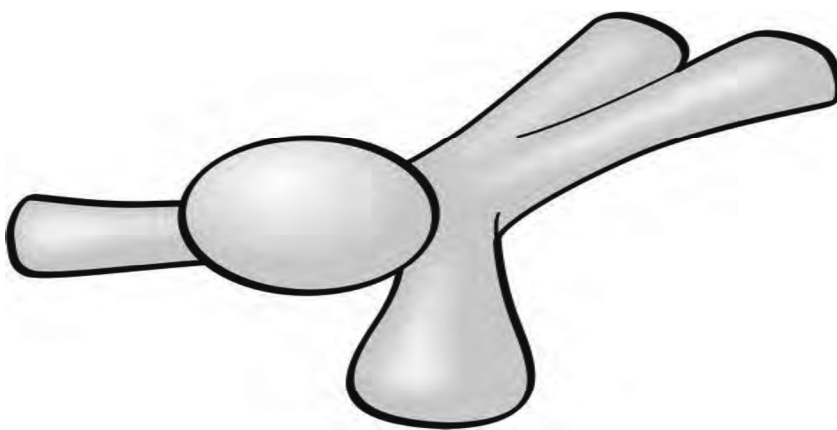
1 Stable Equilibrium
2 Unstable Equilibrium
3 Neutral Equilibrium

تعادل ناپایدار: اگر نیروهای وارد بر یک جسم باعث افزایش جابه‌جایی اولیه آن شوند، جسم در وضعیت تعادل ناپایدار قرار دارد؛ برای مثال، حالت ایستادن (شکل ۹-۱).



شکل ۹-۱: تعادل ناپایدار

تعادل خنثی: اگر پس از جابه‌جایی یک جسم، ارتفاع و موقعیت مرکز ثقل آن ثابت باقی بماند، جسم در وضعیت تعادل خنثی قرار دارد؛ برای مثال، حالت خوابیده (شکل ۱۰-۱).

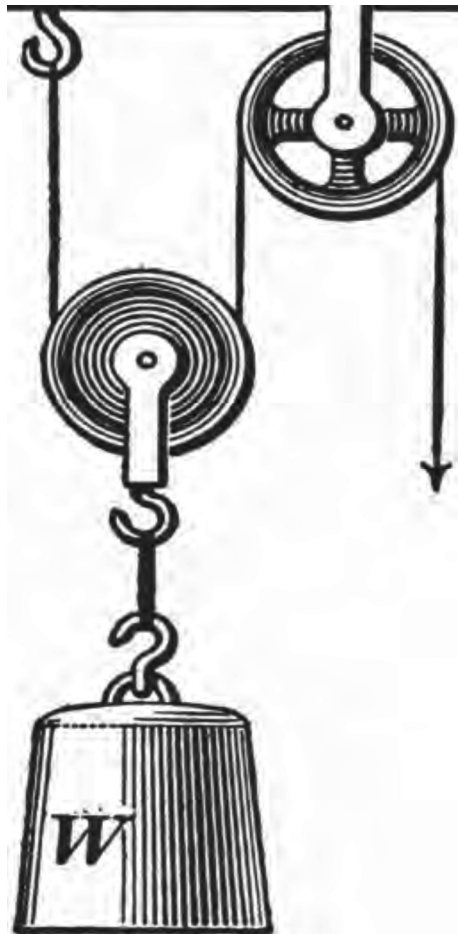


شکل ۱۰-۱: تعادل خنثی



قرقره‌ها در فیزیوتراپی

قرقره وسیله‌ای است که جهت نیرو را بدون تغییر در مقدار آن تغییر می‌دهد (شکل ۱-۱۱).



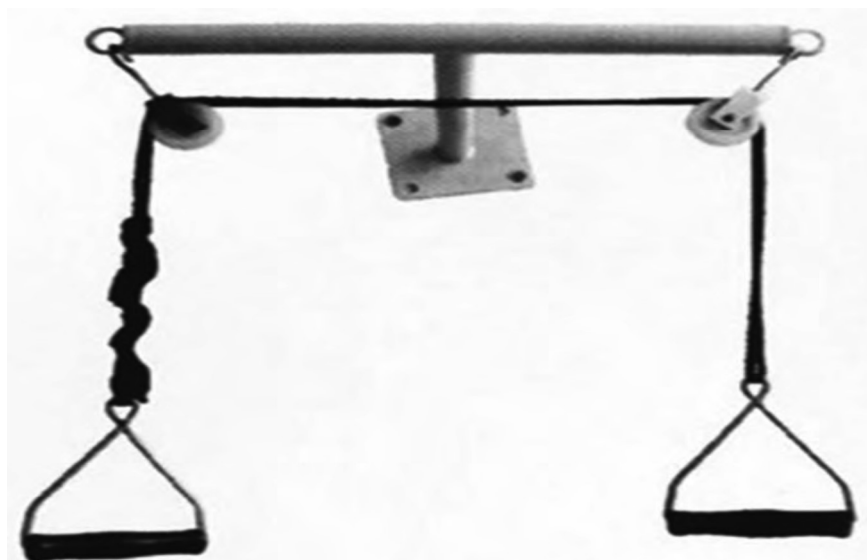
شکل ۱-۱۱: قرقره

قرقره‌های آناتومیکی: قرقره‌های آناتومیکی جهت کشش عضله را تغییر می‌دهند و موجب افزایش کارایی آن می‌شوند؛ برای مثال، کشکک (پاتلا) به‌عنوان یک قرقره آناتومیکی برای عضله چهارسر ران در مجموعه مفصل زانو عمل می‌کند (شکل ۱-۱۲).



شکل ۱-۱۲: قرقه‌های آناتومیکی

در فیزیوتراپی، قرقه به صورت یک چرخ شیاردار به کار می‌رود که می‌تواند حول یک محور ثابت بچرخد و طنابی از شیار آن عبور می‌کند (شکل ۱-۱۳).



شکل ۱-۱۳: قرقه مورد استفاده در فیزیوتراپی