Dźwignia

Jest prostą maszyną, urządzeniem do przenoszenia energii (siły). Działa na zasadzie sztywnego drążka, na który oddziałują siły obracające go wokół jego punktu podparcia. W ciele ludzkim szkielet kostny stanowi dla mięśni system dźwigni. Siła mięśni jest przenoszona przez kości, aby poruszać segmentami ciała. Energia ta (siła mięśni) z kolei może być transmitowana na obiekty zewnętrzne, np. narzędzia.

W każdej dźwigni możemy wyróżnić następujące elementy:

1. punkt podparcia (oś obrotu), wokół którego sztywny drążek obraca się. W ciele ludzkim odpowiednikiem punktu podparcia jest staw, w którym występuje ruch.
2. ramię siły (wysiłku), czyli odległość pomiędzy punktem podparcia i punktem przyłożenia siły wewnętrznej (pokonującej, siły mięśni). Punktem tym jest przyczep mięśnia.
3. ramię oporu (ciężaru), czyli odległość pomiędzy punktem podparcia i punktem, w którym działa opór czy ciężar (siła zewnętrzna), jaki ma być przezwyciężony lub podniesiony przez to ramię.

Typy dźwigni:

A) Dwustronne – siła wewnętrzna (mięśniowa) oraz opór-ciężar znajdują się po przeciwnych stronach osi obrotu.

B) Jednostronna – siła wewnętrzna oraz opór znajdują się po tej samej stronie osi obrotu.

Dźwignia dwustronna to dźwignia I typu. Dźwignie jednostronne dzielą się na II i III typu.

Dźwignia dwustronna

W układach biomechanicznych punkt podparcia dźwigni (staw) znajduje się między miejscami przyłożenia siły mięśniowej i siły obciążenia. Jeśli suma momentów działających sił wynosi zero, to dźwignia pozostaje w stanie równowagi. Oznacza to, że w stanie równowagi stosunek sił działających na dźwignię jest równy odwrotności stosunku długości ramion działania tych sił.

- Ten typ dźwigni najczęściej odpowiada za stabilizację postawy stojącej. Zasada dźwigni dwustronnej wykorzystywana jest do stabilizacji kręgosłupa; w systemie dźwigni dwustronnych pracują poszczególne kręgi.
- W postawie stojącej ciężar tułowia, stanowiący główne obciążenie kręgów, jest

równoważony napięciem mięśni prostowników grzbietu. Ramię działania siły mięśni prostowników jest stosunkowo stałe (ok. 5 cm licząc od środka krążka międzykręgowego), natomiast ramię obciążenia łączące środek krążka ze środkiem ciężkości tułowia może się zmieniać, np. w zależności od położenia kończyny górnej czy głowy. Im dłuższe ramię działania siły obciążenia, tym większą pracę muszą wykonać mięśnie prostowniki.
- W układzie dźwigni dwustronnej pracuje również system stabilizujący staw skokowo-goleniowy. W pozycji wyprostowanej pionowe położenie ciała względem powierzchni podparcia zapewniają mięśnie wymienione poniżej.

1. **m. trójgłowy łydki** – przyczepiony ścięgnem Achillesa do guzowatości piętowej, ma stosunkowo krótkie ramię działania siły.
2. **m. piszczelowy przedni** – jego ścięgno kończy się na powierzchni dolnej kości klinowatej przyśrodkowej i na podstawie pierwszej kości śródstopia.

- Oś obrotu dźwigni: staw **skokowo-goleniowy**.
- Rzut środka ciężkości znajduje się kilka centymetrów do przodu od osi stawu skokowo-goleniowego — to długość ramienia siły obciążenia.
- Moment działania siły obciążenia jest równoważony przez napięcie mięśni trójgłowych łydki. Wraz z pochyleniem ciała do przodu moment obciążenia gwałtownie rośnie i aby utrzymać równowagę należy zwiększyć napięcie m. trójgłowego.
- Odchylenie ciała do tyłu może spowodować, że rzut środka ciężkości przekroczy oś podparcia dźwigni i wtedy rolę stabilizującą staw skokowo-goleniowy przejmie m. piszczelowy przedni.
- Dopuszczony zakres przemieszczenia rzutu środka ciężkości do tyłu jest niewielki (ograniczony odległością guza piętowego od osi stawu). Dlatego też maksymalny moment oraz siła skurczu mięśnia piszczelowego są stosunkowo niewielkie.

Dźwignie kostne II typu

W dźwigniach II klasy ramię działania siły mięśniowej jest dłuższe od ramienia obciążenia — powoduje to zysk mechaniczny większy od 1, czyli mniejszą siłę mięśniową potrzebną do przezwyciężenia obciążenia. Dźwignie II klasy w ciele człowieka występują rzadziej niż dźwignie III klasy.

Przykład biomechaniczny: wspięcie się na palce (stanie na palcach) — oś obrotu jest przy palcach (stawy śródstopno-paliczkowe), ciężar ciała działa między osią a przyczepem mięśnia trójgłowego łydki, a mięsień ma stosunkowo dłuższe ramię działania niż ramię obciążenia.

- Oś obrotu: staw skokowy lub stawy śródstopno-paliczkowe w zależności od wzorca ruchu.
- Siła obciążenia: siła ciężkości ciała działająca wzdłuż stopy.
- Siła mięśniowa: np. m. trójgłowy łydki.

Dźwignie kostne III-go typu

Do tej klasy zaliczamy dźwignie jednostronne, w których ramię przyłożenia siły mięśniowej jest krótsze od ramienia siły obciążenia. Taka konfiguracja powoduje, że siła skurczu mięśni niezbędna do zrównoważenia siły obciążenia jest większa niż siła obciążenia (zysk mechaniczny mniejszy od 1). W zamian dźwignia ta umożliwia większe przemieszczenia i prędkości kończyny.

W układzie ruchu człowieka dźwignie III klasy występują bardzo często — typowym przykładem jest zginanie w stawie łokciowym przez m. dwugłowy ramienia, gdzie przyczep mięśnia znajduje się bliżej osi obrotu niż punkt przyłożenia siły zewnętrznej (np. ręka z obciążeniem).

W sytuacji niedowładu (porażenia) mięśnia dwugłowego i ramiennego, zgięcie w stawie łokciowym można częściowo osiągnąć poprzez skurcz mięśni synergistycznych: ramienno-promieniowego oraz prostowników nadgarstka. Przyczepy dalsze tych mięśni znajdują się bardziej dystalnie, co wpływa na ich efektywność w danym układzie dźwigni. Z uwagi na krótsze ramię działania siły mięśniowej w dźwigniach III klasy, wymagane jest większe skrócenie włókien mięśni w celu uzyskania tego samego przemieszczenia kończyny.

Podsumowanie

Najczęściej w ciele ludzkim występują **dźwignie trzeciej klasy (jednostronne)**, ponieważ przyczepy mięśniowe często leżą bliżej stawu niż miejsce przyłożenia oporu. Podział dźwigni jest umowny i stanowi uproszczenie, ponieważ ruch to działanie synergistów, a nie jednego mięśnia.

Wykorzystanie dźwigni w pracy fizjoterapeuty:

- praca na krótkiej dźwigni (np. techniki manualne, pas stabilizujący),
- dźwiganie pacjenta i przenoszenie ciężarów — uwzględnianie zasad dźwigni i ergonomii,
- rozciąganie mięśni (PIR) — kontrola punktów przyczepu i długości ramion działania sił.