

Dźwignie w biomechanice

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 nich system dźwigni.

Siła mięśni jest przenoszona przez kości, aby poruszać segmentami ciała.

Energia ta (siła mm) z kolei może być transmitowana na obiekty zewnętrzne np. narzędzia

W KAŻDEJ DŹWIGNI MOŻEMY WYRÓŻNIC 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 mm). Punktem tym jest przyczep mięśnia.
3. ramię oporu (ciężaru), czyli odległość pomiędzy punktem podparcia i punktem, w którym działa opór czy ciężar (siła zew.), jaki ma być przezwyciężony czy podniesiony przez to ramię.

TYPY DŹWIGNI:

A) Dwustronne - siła wewnętrzna mm 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 (I klasy)

Dźwignie jednostronne dzielą się na II typu i III typu (I klasy i II klasy)

Dźwignia DWUSTRONNA

- W układach biomechanicznych stawowy punkt podparcia dźwigni 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 dźwignie jest równy odwrotności stosunku długości ramion działania tych sił.
- Ten typ dźwigni najczęściej reprezentowany jest w układach biomechanicznych odpowiedzialnych za utrzymanie postawy stojącej. Zasada dźwigni dwustronnej wykorzystywana jest do stabilizacji ręgosłupa. Tutaj w systemie dźwigni dwustronnych pracują poszczególne kręgi. W postawie stojącej ciężar tułowia, stanowiący główne obciążenie kręgow, jest równoważony napięciem mięśni prostowników grzbietu. O ile jednak ramię działania siły mięśni prostowników jest stałe i wynosi ok. 5cm (licząc od środka krążka międzykręgowego), o tyle ramię obciążenia łączące środek krążka ze środkiem ciężkości tułowia może się zmieniać, np. w zależności od położenia kłg czy głowy. Z tego wynika im dłuższe ramię działania siły obciążenia tym większą pracę mięśnie prostowniki muszą wykonać. W układzie dźwigni dwustronnej pracuje również system stabilizujący STAW SKOKOWY. W pozycji wyprostowanej pionowe położenie ciała względem powierzchni podparcia zapewniają mięśnie:

1) **m. TRÓJGŁOWY ŁYDKI** – przyczepiony ścięgnem Achillesa do guza, ma dość 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 cm. do przodu od osi stawu skokowo-goleniowego = długości 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 musimy odpowiednio zwiększyć napięcie m. trójgłowego.
- Odchylenie ciała do tyłu może spowodować, że rzut środka ciężkości przekroczy oś podparcia dźwigni i wówczas rolę stabilizującą staw skokowo-goleniowy przyjmie m. piszczelowy przedni.
- Jednak dopuszczony zakres przemieszczenia rzutu środka ciężkości do tyłu jest niewielki (ograniczony jest odl. guza piętowego od osi stawu skokowego) i dlatego stosunkowo niewielki jest maksymalny moment oraz siła skurczu mięśnia piszczelowego.

Dźwignie kostne II typu

Dźwignie tej klasy są najliczniej reprezentowane w układzie ruchu człowieka.

W tym przypadku ramię działania siły mięśniowej jest zawsze krótsze od ramienia obciążenia. Działanie takiej dźwigni można zilustrować, posługując się przykładem systemu przedramienia i stawu łokciowego, na który działa m. dwugłowy ramienia.

- OŚ OBROTU: staw łokciowy
- Siła obciążenia: siła ciężkości przedramienia, przyłożona mniej więcej w połowie jego długości
- Siła mięśniowa: m. dwugłowy ramienia, jego przyczep końcowy na guzowatości kości promieniowej

Dźwignie kostne III-go typu

Do tej klasy zaliczamy dźwignie jednostronne, w których ramię przyłożenia siły mięśniowej jest dłuższe od ramienia siły obciążenia. Taka konfiguracja dźwigni powoduje, że siła skurczu mięśni niezbędna do zrównoważenia siły obciążenia jest odpowiednio od niej mniejsza, a dokładnie tyle razy, ile razy dłuższe jest ramię działania siły mięśniowej w stosunku do ramienia siły obciążenia.

Niewiele tego typu dźwigni występuje w układzie ruchu człowieka.

Taki wyjątek pojawia się w dźwigni przedramienia, w przypadku niedowładu (porażenia) mięśnia dwugłowego i ramiennego.

Wtedy zgięcie w stawie łokciowym można osiągnąć poprzez skurcz mm synergistycznych: ramiennie-promieniowego i prostowników nadgarstka.

Mamy wówczas do czynienia z dźwignią III klasy, ponieważ przyczepy dalsze tych mięśni znajdują się odpowiednio na wyrostku rylcowatym kości promieniowej dla m. ramiennie- promieniowego oraz na II i III kości śródreżca dla prostowników nadgarstka.

Są one położone dalej w stosunku do ramienia siły obciążenia, która jest przyłożona w połowie długości przedramienia.

Zysk mechaniczny dźwigni zaliczany do III klasy dźwigni jest zawsze większy od 1.

Oznacza to, że przemieszczenia przedramienia wymagane jest znacznie większe skrócenie mięśni.

Ze względu na położenie dalszego przyczepu mięśnia kąt działania siły mięśniowej jest niewielki i dlatego mimo długiego ramienia siły mięśniowej, dźwignie tej klasy mogą wytwarzać bardzo niewielkie momenty napędowe.

PODSUMOWANIE

Najczęściej w ciele ludzkim znajdują się **dźwignie drugiej klasy (jednostronne)** ponieważ przyczepy są blisko stawu a opór dalej od stawu.

Podział dźwigni jest umowny, jest pewnym uproszczeniem ponieważ ruch to działanie synergistów a nie działanie jednego mięśnia.

Wykorzystanie dźwigni w pracy fizjoterapeuty. W czasie pracy fizjoterapeuty praca na krótkiej dźwigni np.: UGUL, pas stabilizujący, dźwiganie pacjenta, przenoszenie ciężarów, rozciąganie mięśni (PIR).