Biomechanika - dotyczy układu ruchu żywego układu.

Dzielimy ją na działy:

- statyka
- kinematyka
- dynamika

Statyka – przedmiotem badań będzie oddziaływanie sił na ciało znajdujące się w spoczynku.

Kinematyka – przedmiotem badań jest opisywanie ruchu, nie szukając przyczyn ruchu.

Dynamika – przedmiotem badań są przyczyny ruchu.

Siła – wzajemne oddziaływanie ciała na ciało, które wpływa na ruch lub kształt ciała.

Układ równoważny – siły pozostające w równowadze.

Siły są wektorami, posiadają:

- kierunek
- punkt przyłożenia
- zwrot
- wartość (jednostka: N)

Dodawanie wektorów

Zasada równoległoboku — jest to suma sił działających wzdłuż dwóch prostych; wypadkowa jest przekątną równoległoboku zbudowanego na wektorach tych sił jako bokach, mającą punkt przyłożenia w tym samym miejscu co ich składowe.

Kinematyka

Tor ruchu – prosta wzdłuż której porusza się ciało; są to poszczególne położenia punktu poruszającego się ciała, które utworzą tor.

Ruch

1. Prostolinijny ruch postępowy

Występuje wtedy, gdy tory są do siebie równoległe i pokonują tę samą drogę w jednostce czasu. Łączy się z II zasadą dynamiki — wszystkie punkty ciała poruszają się po tych samych torach, wzajemnie równoległych, w tych samych przedziałach czasu, doznając jednakowych przemieszczeń. II zasada dynamiki mówi, że aby zmienić właściwości ruchu postępowego, należy użyć siły.

Obserwowanie ruchu:

- potrzebne są co najmniej dwa ciała
- punkt odniesienia

2. Ruch wokół osi

Poszczególne punkty zakreślają okręgi współśrodkowe; ich środek nie bierze udziału w ruchu i tworzy oś obrotu. Ruch odbywa się wokół osi obrotu, zatem punkty leżące na niej są nieruchome, pozostałe poruszają się z jednakowymi prędkościami kątowymi. Miarą drogi przebytej jest kąt zakreślony przez promień. Przyczyną wywołującą ruchy obrotowe są momenty siły związane z zasadami dynamiki dla ruchu obrotowego (moment siły w jednostkach N·m).

Obserwowanie ruchu:

- potrzebne są dwa punkty, z których przynajmniej jeden znajduje się poza osią obrotu

3. Ruch złożony

Tworzą go wypadkowe ruchu postępowego i obrotowego (jest kombinacją). Pod względem prędkości ruch dzielimy na:

1. jednostajny – prędkość nie zmienia się
2. zmienny

Dynamika – siły są przyczynami ruchu postępowego.

ZASADY DYNAMIKI

1. Zasada dynamiki Newtona

Jeżeli na ciało działają siły, których wypadkowa jest równa zero, to ciało pozostaje w

spoczynku lub porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym.

2. Zasada dynamiki

Jeżeli na ciało działa niezrównoważona siła wypadkowa, to ciało będzie poruszać się ruchem zmiennym (przyspieszonym albo hamowanym).

3. Zasada dynamiki akcji i reakcji

Jeżeli ciało A działa na ciało B siłą (F_AB), to ciało B działa na ciało A siłą (F_BA). Siły te mają takie same wartości i przeciwne zwroty, działają na różne punkty przyłożenia.

ZASADY DYNAMIKI DLA OBROTU

1. Jeżeli na ciało zawieszone obrotowo na osi działają momenty, których wypadkowy moment jest równy zero, to ciało pozostaje w spoczynku (równowaga momentów).
2. Niezrównoważony moment obrotowy działający na ciało osadzone obrotowo na osi nadaje mu przyspieszenie kątowe, które jest wprost proporcjonalne do przyłożonego momentu, a odwrotnie proporcjonalne do momentu bezwładności (I, jednostka $kg \cdot m^2$).

We wszystkich rozważaniach dynamicznych warto uwzględniać odpowiedniki wielkości translacyjnych: siła ↔ moment siły, masa ↔ moment bezwładności.

Wielkości skalarne

- czas
- opór
- napięcie
- moc
- energia
- praca
- natężenie prądu

Wielkości wektorowe

- przyspieszenie
- prędkość
- droga (wektor przesunięcia)
- przyspieszenie grawitacyjne
- siła

Skalar — wielkość określona przez wartość i jednostkę.

Wektor — wielkość określona przez kierunek, zwrot i wartość; wektor ma początek i koniec (punkt przyłożenia).

Cechy fizyczne wektorów:

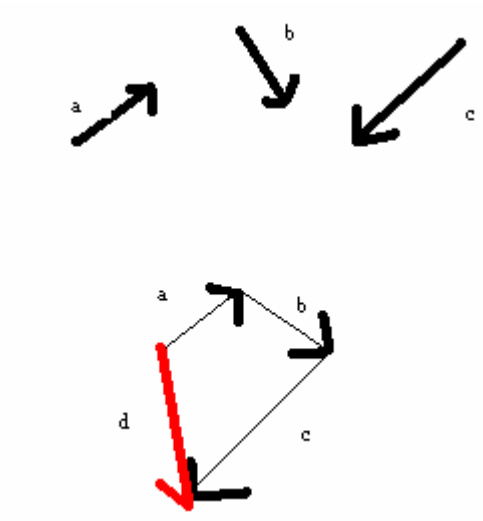
- wartość / długość
- kierunek
- zwrot
- punkt przyłożenia

Kierunek — jest to prosta, na której leży dany wektor.

Działania na wektorach

1. Mnożenie wektora przez skalar — mnożenie przez liczbę zmienia długość wektora; przy ujemnym skalarze zmienia również zwrot, kierunek pozostaje ten sam.
2. Dodawanie wektorów — reguła składania wektorów (wieloboku, tzw. reguła "sznura").

Do końca wektora poprzedniego doczepiamy początek wektora następnego, zachowując zwrot, kierunek i wartość wektora. Tak postępujemy, aż wyczerpiemy wektory. Wypadkowy wektor łączy początek wektora pierwszego z końcem wektora ostatniego.



d = a + b + c

Reguła równoległoboku

Sumą sił działających wzdłuż dwóch prostych jest przekątna równoległoboku zbudowanego na wektorach tych sił jako bokach, mająca punkt przyłożenia w tym samym miejscu co ich składowe.

Odejmowanie wektorów

Jeżeli odejmujemy dwa wektory A i B, to do wektora A dodajemy wektor przeciwny do wektora B (B z odwróconym zwrotem).

Dynamika

- Przykładem zastosowania III zasady dynamiki jest chód.

- Siły spełniające III zasadę dynamiki nazywamy siłami wzajemnego oddziaływania; są to siły wewnętrzne (pochodzące z układu). Siły zewnętrzne oddziałujące na układ pochodzą spoza układu i wpływają na jego ruch jako całości.

Kinematyka

- Ruch jednostajny prostoliniowy to taki ruch, w którym torem jest linia prosta, a wektor prędkości jest stały.

- W ruchu jednostajnym prędkość i szybkość są równe przebytej drodze w jednostce czasu (szybkość: wartość prędkości).

Wyznaczanie środka ciężkości

Zaczyna się od wyznaczania promieni każdego z odcinków ciała (odległości od punktów odniesienia):

- mierzy się długość głowy i mnoży się przez 0,12 (12%) — lub przyjmuje prostsze przybliżenie dzieląc na połowę, pamiętając, że głowa liczy się do wcięcia szyjnego;
- mierzy się długość tułowia i mnoży przez 44% (0,44); wyliczoną długość odkłada się od części bliższej (od wcięcia szyjnego) — to promień (środek ciężkości tułowia);
- mierzy się długość ramienia, mnoży przez 47% i zaznacza tę odległość od części bliższej;

- mierzy się długość przedramienia, mnoży przez 44% i zaznacza tę odległość od części bliższej;
- mierzy się długość ręki, mnoży przez 44% i zaznacza od części bliższej;
- stopa — 44% długości;
- podudzie — 42% długości;
- udo — 44% długości.

Kiedy mamy wyznaczone środki ciężkości wszystkich odcinków, postępujemy dalej:

- łączymy środek ciężkości ręki z środkiem ciężkości przedramienia, mierzymy tę odległość i mnożymy przez 1/3; wyliczoną odległość odkładamy od części cięższej (od przedramienia);
- wyznaczony punkt ciężkości ręki i przedramienia łączymy ze środkiem ciężkości ramienia, tę odległość mnożymy przez 3/6 (czyli dzielimy na połowę) — otrzymany punkt to środek ciężkości całej kończyny górnej (kkg);
- to samo wykreślamy dla drugiej kończyny górnej;
- środek ciężkości obu kkg łączymy ze sobą i mnożymy tę odległość przez 6/12 (dzielenie na połowę) — ten punkt to środek ciężkości obu kkg i ma "ciężar" równy 12;
- łączymy środek ciężkości stopy z środkiem ciężkości podudzia, mierzymy tę odległość i mnożymy przez 2/7 — wyliczoną odległość odkładamy od części cięższej (od podudzia);
- wyznaczony punkt łączymy ze środkiem ciężkości uda i mnożymy przez 7/19, odkładamy tę odległość od części cięższej — to jest środek ciężkości kończyny dolnej (kkd);
- to samo wyznaczamy dla drugiej kończyny dolnej;
- środek ciężkości obu kkd łączymy ze sobą i mnożymy tę odległość przez 19/38 (dzielenie na połowę) — ten punkt to środek ciężkości obu kkd i ma "ciężar" równy 38;
- punkt stanowiący środek ciężkości obu kkg łączymy z punktem ciężkości obu kkd, mierzymy tę odległość i mnożymy przez 12/50; tę odległość odkładamy od strony cięższej (od kkd). Ten punkt ma "ciężar" 50;
- punkt, który wyszedł łączymy ze środkiem ciężkości tułowia i tę odległość mnożymy przez 43/97, zaznaczamy tę odległość od punktu cięższego; ten punkt ma "ciężar" 97;
- punkt, który wyszedł łączymy ze środkiem ciężkości głowy i mnożymy to razy 7/100; tę odległość odkładamy od punktu cięższego — ten punkt ma "ciężar" 100 i jest środkiem ciężkości ciała.

Ogólny środek ciężkości i metody

Środek ciężkości – punkt, w którym można przyłożyć siłę reprezentującą ciężar ciała; jest to punkt, w którym leży wypadkowa sił ciężkości wszystkich elementów ciała.

Aby wyznaczyć środek ciężkości należy:

- wyznaczyć ciężary poszczególnych elementów ciała,
- dodać je zgodnie z zasadami sumowania wektorów,
- punkty przyłożenia wektora wypadkowego wyznaczą położenie środka ciężkości.

- Środek ciężkości figur płaskich i regularnych leży w ich środku geometrycznym.
- Środek ciężkości jednorodnych brył leży w środku ich symetrii.
- Środek ciężkości jednorodnych figur mających oś symetrii leży na tej osi.

Metody wyznaczania środków ciężkości

Dzielą się na:

- pośrednie: skokowa, wahadłowa
- bezpośrednie
- dźwigni jednostronnej

Zazwyczaj ogólny środek ciężkości (OSC) znajduje się na wysokości od 53% do 60% wysokości ciała. U niemowląt jest on położony wyżej ze względu na dużą głowę i drobny tułów. Punkt OSC zmienia się w zależności od wieku oraz u osób o specyficznej sylwetce (np. u gimnastyków z rozwiniętą obręczą barkową środek ciężkości może być położony wyżej).

1. Metoda dźwigni jednostronnej

Dźwignię nazywamy sztywną belką podpartą w jednym punkcie, tak że może względem niego wykonywać ruchy obrotowe. W ruchu obrotowym wprowadzają dźwignię momenty sił działających na nią; jeśli są równe zero, dźwignia znajduje się w równowadze.

2. Metoda skokowa

Do ciała mogącego wykonywać ruchy obrotowe przyłożymy skokowo narastający moment siły — wprawi on część ciała w ruch obrotowy z przyspieszeniem kątowym. Metoda może być stosowana do części ciała (usztywnionych segmentów) związanych z ruchem w stawie.

3. Metoda wahadłowa

Wykorzystuje własności wahadła — płyta zawieszona na osi, względem której można wykorzystać ruchy obrotowe. Obrót płyty powoduje odkształcenie sprężyny skrętnej, wytwarzającej zwrotny moment siły zależny od sztywności sprężyny.

Kinematyka połączeń stawowych

Ruchliwość — termin określający zakres ruchów w stawie.

Gibkość — potocznie nazywamy zakres ruchu w stawie.

Bierne struktury połączeń stawowych:

- powierzchnie stawowe
- więzadła
- torebki stawowe

Czynne struktury połączeń stawowych:

- mięśnie

Bierna — uzyskiwana jest z wykorzystaniem momentu sił zewnętrznych:

- zakres jest większy w ruchomości biernej
- mięśnie zachowują się wtedy biernie

Czynna — uzyskujemy ją aktywując moment siły mięśni działających na dany staw.

Szkieletowa — dotyczy ruchomości po usunięciu tkanek; odnosi się do możliwości ruchu wynikających ze wzajemnego kształtu powierzchni stawowych łączących się kości.

Fizjologiczne czynniki ograniczające zakres ruchu w stawach:

- przerost mięśni
- spadek elastyczności mięśni
- spadek elastyczności więzadeł
- ograniczony zakres skracania się bądź rozciągania mięśni

Staw — ruchome połączenie dwóch członów stanowiących elementy układu ruchu.

Zakres ruchu w stawie — przedział zmian kąta stawowego między krańcowymi

położeniami członów w stawie w danej płaszczyźnie.

Ruchliwość pary kinetycznej — liczba stopni swobody ruchu jednego z członów względem drugiego, unieruchomionego.

Para kinematyczna — dwa ciała sztywne, które mają możliwość poruszania się względem siebie.

Łańcuch kinematyczny — mechanizm złożony z większej liczby członów i par kinematycznych; spójna struktura zbudowana z członów połączonych w pary kinematyczne.

Łańcuchy mogą być:

- otwarte — konfiguracja szeregowa, ogniwa nie tworzą struktur zamkniętych (np. pływanie żabka, ćwiczenia czynne, bierne); poruszanie części dystalnych względem proksymalnych i odwrotnie;
- zamknięte — występują połączenia między wszystkimi członami, brak wolnej końcówki (np. pompki, przysiad przy drabince). Łańcuch absolutnie zamknięty to taki, w którym ograniczone lub niemożliwe jest wykonanie ruchu (dotyczy głównie klatki piersiowej i miednicy).

Właściwości ruchowe łańcucha opisuje ruchliwość łańcucha kinetycznego — liczba stopni swobody członów ruchowych łańcucha względem nieruchomej podstawy (wybranego członu). Analiza stawów człowieka pokazuje, że ruchy w stawach mają charakter obrotowy i nie zawierają składowych postępowych, dlatego pojedynczy staw nie może mieć więcej niż 3 stopnie swobody.

Ruchy w stawach:

- toczenie (wzajemne przesuwanie się główki i panewki)
- ślizganie (punkt na główce kontaktuje się z punktem na panewce)
- ruch śrubowy
- ruchy obrotowe

Oś obrotu znajduje się zwykle na główce stawowej.

Bibliografia:
Bober T., Zawadzki J. – Biomechanika układu ruchu człowieka

Opracowanie: E. Nowak