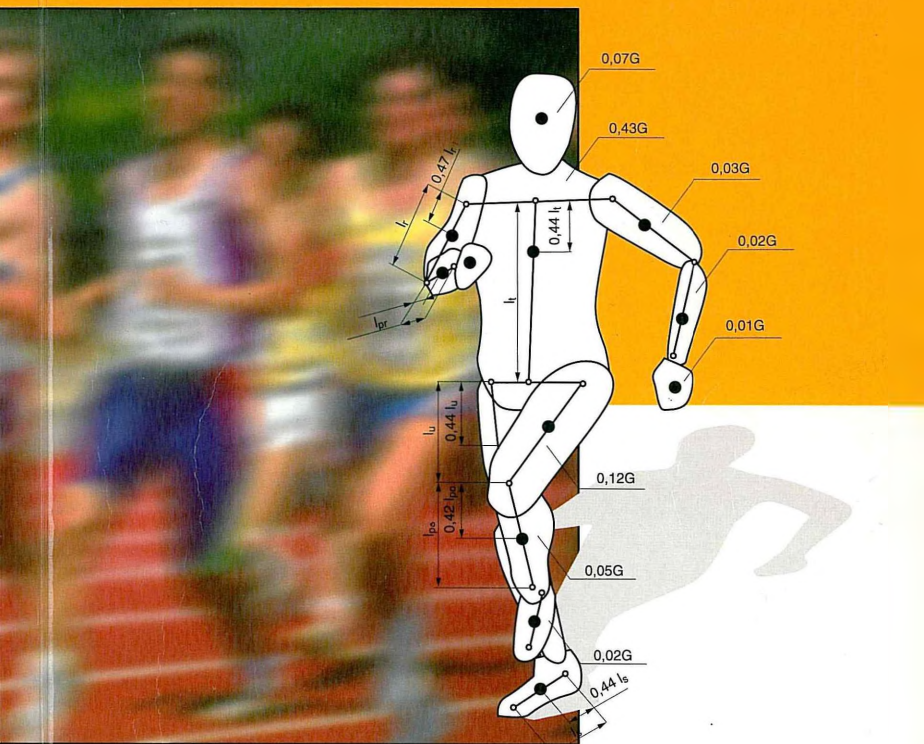


Tadeusz Bober
Jerzy Zawadzki



Biomechanika układu ruchu człowieka

Wydawnictwo

BK

BIOMECHANIKA UKŁADU RUCHU CZŁOWIEKA

Tadeusz Bober
Jerzy Zawadzki

Wydanie II, poprawione

Katedra Biomechaniki
Akademia Wychowania Fizycznego
we Wrocławiu

Wrocław 2003

Spis treści

Od autorów	7
1. O biomechanice prawie wszystko – zamiast wstępu	9
2. Czynności mięśnia	18
2.1. Podstawowe czynności mięśnia	18
2.1.1. Czynność statyczna	19
2.1.2. Czynność dynamiczna	22
2.2. Mięśnie szkieletowe; struktura mikroskopowa i makroskopowa	25
2.3. Ślizgowa teoria skurczu mięśnia	27
2.4. Bodziec nerwowy i towarzyszące mu zjawiska elektryczne	29
2.5. Jednostka motoryczna i więcej o aktywności elektrycznej mięśnia	30
2.6. Cykl rozciągnięcie–skurcz	35
3. Mięsień jako siłownik; siła i prędkość skracania	40
3.1. Podział sił działających na układ ruchu	40
3.2. Siła i masa mięśni; siły bezwzględna, względna i właściwa	41
3.2.1. Siła a masa ciała oraz pojęcie siły względnej	41
3.2.2. Siła właściwa; przekrój fizjologiczny a kształt mięśnia	45
3.2.3. Szacowanie powierzchni przekroju fizjologicznego mięśni	47
3.2.4. Wpływ przebiegu włókien na wartość siły mięśnia	54
3.2.5. Interpretacja związku między masą ciała, „siłą” bezwzględną i „siłą” względną	55
3.3. Siła mięśnia w funkcji jego długości	56
3.4. Typ mięśnia, kąt pierzastości a prędkość skracania się mięśnia	62
3.5. Siła mięśnia w funkcji pobudzenia	65
3.6. Siła mięśnia w funkcji czasu	68
3.7. Siła mięśnia w funkcji prędkości; moc mięśnia	72
3.7.1. Siła mięśnia a prędkość jego skracania się	73
3.7.2. Moc mięśnia w świetle równania Hilla	76
3.8. Energia sprężystości	79
3.8.1. Wykorzystanie energii sprężystości w ruchach człowieka	83
3.8.2. Wykorzystanie odruchu (w reakcji) na rozciąganie w cyklu rozciągnięcie–skurcz	86
3.8.3. Elementy techniki ruchu sprzyjające wykorzystaniu energii sprężystości	87

4. Działanie siły mięśni na dźwignie kostne i zmienność anatomicznych funkcji mięśni	91
4.1. Działanie mięśnia na dźwignię kostną; moment siły mięśnia	91
4.1.1. Ruch dźwigni kostnej wywołany działaniem mięśni	97
4.1.2. Wpływ kąta ścięgnowo-kostnego na wartość momentu siły mięśnia	98
4.1.3. Zmiana ramienia siły mięśnia wraz ze zmianą kąta ścięgnowo-kostnego	101
4.2. Pomiar momentów siły grup mięśni	104
4.2.1. Metodyka pomiaru momentu sił mięśniowych w statyce	107
4.3. Eksperymentalne dane o momentach sił grup mięśni kończyn w funkcji kąta w stawie	109
4.4. Pojęcie aktonu i klasy mięśnia	114
4.5. Funkcje mięśni; względność funkcji anatomicznej	117
4.5.1. Współdziałanie momentów sił mięśniowych z momentami sił zewnętrznych	117
4.5.2. Mięsień dwustawowy a funkcja anatomiczna	119
4.5.3. Transfer momentu sił mięśniowych	121
5. Charakterystyki bezwładnościowe ciała człowieka	124
5.1. Ruch postępowy i obrotowy części ciała	124
5.1.1. Ruch postępowy; modele ciał w ruchu postępowym	125
5.1.2. Ruch postępowy	126
5.2. Ruch obrotowy; modele ciał w ruchu obrotowym	127
5.2.1. Moment bezwładności	129
5.2.2. Moment bezwładności układu brył sztywnych	132
5.2.3. Wybrane przykłady wykorzystania w sporcie praw rządzących ruchem obrotowym	132
5.3. Modele ciała człowieka stosowane w analizie ruchu	139
5.4. Metody wyznaczania mas części ciała	142
5.5. Środki mas i środki ciężkości części ciała	144
5.5.1. Metody wyznaczania środków ciężkości części ciała człowieka	146
5.5.2. Wyznaczanie środków ciężkości układów ciał	149
5.5.3. Wyznaczanie ogólnego środka ciężkości ciała człowieka metodą dźwigni jednostronnej	153
5.6. Metody wyznaczania momentów bezwładności części ciała	156
5.6.1. Metoda pośrednia	159

5.6.2 Metody empiryczne wyznaczania momentów bezwładności części ciała	160
5.7. Ciężar właściwy ciała i tkanek	162
5.8. Opór powietrza	164
6. Kinematyka połączeń stawowych	167
6.1. Ruchomość stawów	167
6.1.1. Pojęcie ruchomości czynnej, biernej i szkieletowej	167
6.1.2. Zakresy ruchów i ich ograniczenia	169
6.2. Główne płaszczyzny i osie jako układ odniesienia dla ruchów ciała i części ciała	173
6.3. Nazewnictwo kierunków ruchu segmentów ciała	175
6.4. Goniometria; zasady pomiaru zakresu ruchu w stawach	177
6.4.1. Metodyka pomiaru ruchomości stawów	178
6.4.2. Konwencja zapisu pomiarów zakresu ruchu w stawie	181
6.5. Elektrogoniometria; pomiar zmian kąta stawowego w funkcji czasu	185
6.6. Pojęcie mechanizmu i jego ruchliwość; układ ruchu człowieka jako biomechanizm	186
6.6.1. Ciało swobodne; liczba stopni swobody	187
6.6.2. Para kinematyczna; ruchliwość pary kinematycznej; klasa pary kinematycznej	188
6.6.3. Ruchliwość pary kinematycznej	189
6.6.4. Łańcuch kinematyczny i jego ruchliwość	190
6.6.5. Układ ruchu człowieka jako biomechanizm	193
7. Sterowanie ruchem	196
7.1. Sterowanie a koordynacja	196
7.2. Pojęcie sterowania i regulacji	197
7.3. Jakość procesu sterowania ruchem	199
7.4. Sprzężenie proste i sprzężenie zwrotne	200
7.5. Ogólny schemat sterowania ruchem ze sprzężeniami prostym i zwrotnym według N.A. Bernsteina w modyfikacji L.W. Czchaidze	202
7.5.1. Struktura układu programowania i sterowania ruchami przez człowieka	202
7.5.2. Częstotliwość bodźców i czas obiegu informacji	206
7.5.3. Podział ruchów dowolnych na krótko i długo trwające	207

7.6. Sterowanie współdziałaniem mięśni w stawie o jednym stopniu swobody	208
7.7. Inny przykład sterowania w pętli zamkniętej (ze sprzężeniem zwrotnym); sterowanie ruchem łańcucha kinematycznego	210
7.8. Utrzymanie pozycji stojącej ciała jako szczególny przykład sterowania ze sprzężeniem zwrotnym	213
7.9. Próba definicji koordynacji ruchów i przesłanki jej pomiaru	217
Literatura	221
Aneks	227
A. Wybrane zagadnienia z podstaw mechaniki	227
B. Kierunki ruchów segmentów ciała w stawach	234
C. Wybrane osie stawów lub punkty antropometryczne wyznaczające długość części ciała	235
D. Alfabet grecki	236
Indeks rzeczowy	237
Stosowane skróty	240