

Mała delta

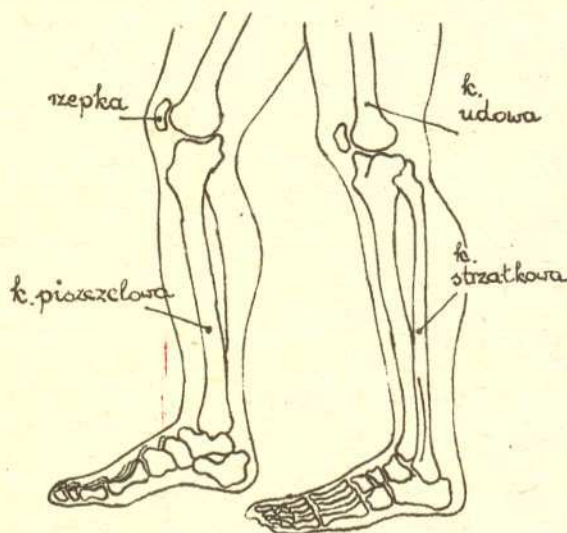
Łamanie w kościach

Gdy spadamy lub skaczemy z pewnej wysokości na nogi, kości nóg są poddane dużym siłom. Najbardziej wrażliwym miejscem na złamanie jest kość piszczelowa w miejscu największego zwężenia, zaraz nad kostką. Kość piszczelowa ulegnie złamaniu, jeśli siła ściskająca (taka, jaka powstaje przy skoku) przekroczy około 50 000 N. Jeśli spadniemy na obie nogi, to kości mogą wytrzymać siłę około 10^5 N. Siła ta jest około 130 razy większa od ciężaru człowieka o masie 75 kg.

W jaki sposób należy wylądować po skoku, aby nie połamać sobie nóg? Z doświadczenia wiemy, że lądowanie na „sztywne nogi” jest niebezpieczne. Lepiej w momencie lądowania ugiąć kolana. Spróbujmy zobaczyć dlaczego.

Załóżmy, że skok (spadek) następuje z wysokości H . W polu ciężkości ciało spada ze stałym przyspieszeniem g . Jeżeli prędkość początkowa wynosi zero, to ciało spadając z wysokości H osiągnie prędkość końcową

$$v = \sqrt{2gH}.$$



Ciało spadając musi wyhamować. Przyjmując, że wyhamowanie zachodzi na odcinku o długości h ze średnim stałym opóźnieniem a otrzymujemy

$$v = \sqrt{2ah},$$

a więc

$$a = g \frac{H}{h}.$$

Stąd siła wywierana na hamujące ciało (więc i na kości) musi być równa

$$F = ma = mg \frac{H}{h} = G \frac{H}{h},$$

gdzie przez G oznaczyliśmy ciężar spadającego ciała. Zobaczmy więc, jaka jest maksymalna wysokość, z jakiej możemy bezpiecznie skoczyć na „sztywne nogi”. W tym wypadku droga hamowania jest bardzo krótka, około 1 cm, to jest o tyle ugnie się skóra pod piętami. Pamiętając, że maksymalna siła może być nie większa niż 130 razy ciężar ciała, otrzymujemy

$$H = 130 \cdot 1 \text{ cm} = 1,3 \text{ m}.$$

A więc upadek z niewielkiej wysokości może okazać się fatalny.

Ugięcie kolan w momencie lądowania zwiększa h , co powoduje zmniejszenie a i F . Maksymalne ugięcie kolan i pochylenie się w czasie lądowania może wydłużyć h do około 60 cm. Jeśli wstawimy $h = 60$ cm do powyższego wzoru, to otrzymamy

$$H = 130 \cdot 60 \text{ cm} = 78 \text{ m} !!$$

Każdy jednak wie, że spadek z takiej wysokości (nawet z ugięciem kolan) jest katastrofalny. Wytłumaczenie tego jest proste. Siły hamujące ciało są wywierane nie tylko na kości, ale i na mięśnie, błony itp., które mogą wytrzymać maksymalnie siłę równą około 20 razy ciężar ciała. Oznacza to, że maksymalna wysokość bezpiecznego skoku wynosi około 4 m. Skok z większej wysokości wymaga już miękkiego podłoża, które pozwoli na odpowiednie wydłużenie drogi lądowania.

Małą Deltę przygotował Jan KALINOWSKI