

- 41 In figuur 4.66 zie je het silhouet van een meisje dat op de tenen van één voet balanceert. Het meisje staat stil. In figuur 4.66 zijn de punten A, B, C en D aangegeven.

a Welk van deze punten is het zwaartepunt? Licht je antwoord toe.

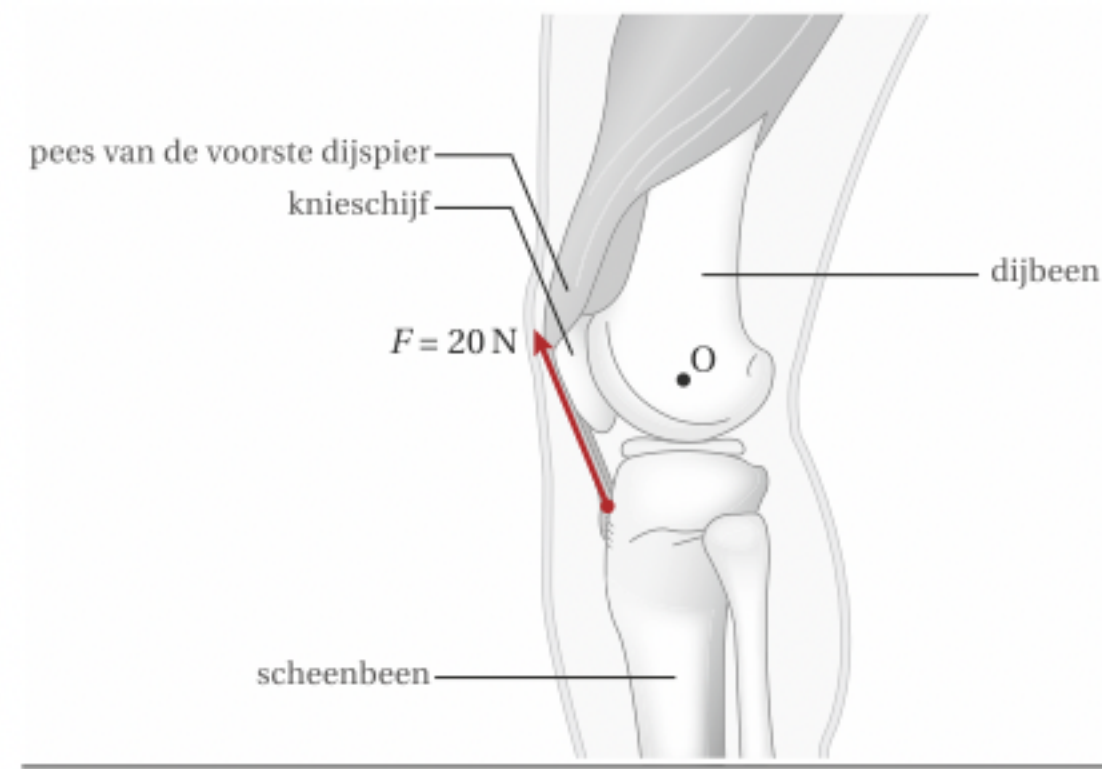
De beenspieren zijn via pezen met botten verbonden. De pees waarmee de voorste dijspier aan het scheenbeen vastzit, loopt over de knieschijf. Daardoor oefent deze spier een extra groot moment uit op het scheenbeen.

In figuur 4.67 is de situatie schematisch weergegeven. Punt O is het draaipunt van het kniegewricht. De kracht F van de pees op het scheenbeen is 20 N. De figuur geeft het kniegewricht op 46% van de ware grootte weer.

b Bepaal met behulp van figuur 4.67 het moment van kracht F ten opzichte van punt O. Teken daartoe eerst de arm van kracht F .



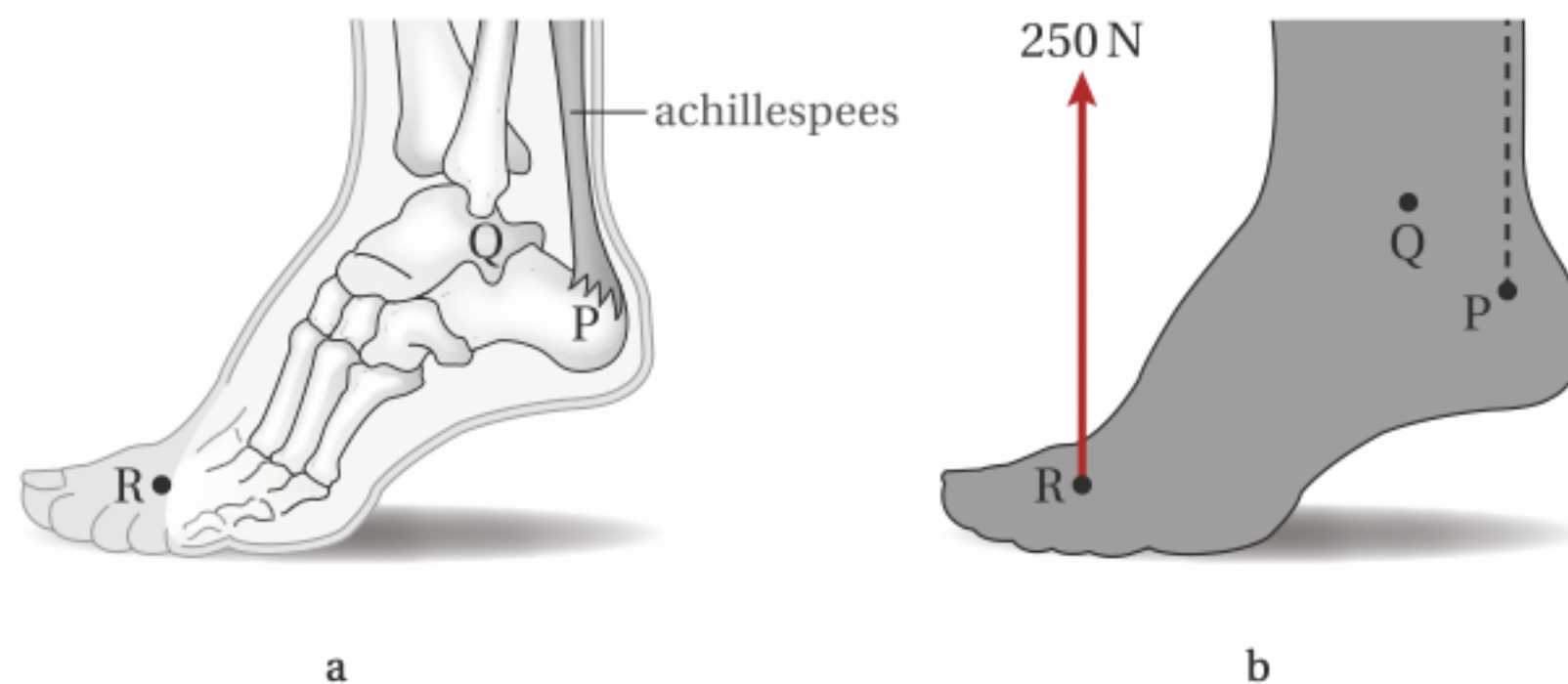
Figuur 4.66



Figuur 4.67

In figuur 4.68a is de voet van het meisje getekend. Door de achillespees aan te spannen, houdt het meisje de voet in deze stand. In figuur 4.68b zie je het silhouet van de voet. De voet in evenwicht is een hefboom met Q als draaipunt. Voor deze hefboom zijn twee krachten van belang:

- Een kracht van 250 N, loodrecht omhoog in punt R. Dit is de kracht die de grond op de voet uitoefent. Deze kracht is even groot als en tegengesteld aan de zwaartekracht op het meisje.
 - De kracht van de achillespees op de voet, loodrecht omhoog in punt P. De werklijn van deze kracht is met een streeplijn aangegeven.
- c Bepaal met behulp van figuur 4.68b de kracht van de achillespees op de voet.



Figuur 4.68

4.8 Afsluiting

Opgave 41

- a Het meisje staat in evenwicht. Er is dan geen nettomoment. De werklijn van de zwaartekracht loopt door het steunpunt, de tenen. Het zwaartepunt ligt dus loodrecht boven de tenen. Punt A is het zwaartepunt.
- b Het moment van de spierkracht bepaal je met de spierkracht en de arm van de spierkracht. De arm meet je op figuur 4.67 van het leerboek.

De arm van de spierkracht meet je op in figuur 4.67 van het leerboek. De arm in de tekening is 0,85 cm. Deze figuur is weergegeven op 46% van de ware grootte.

$$r_{\text{spier}} = \frac{0,85}{0,46}$$

$$r_{\text{spier}} = 1,85 \text{ cm}$$

$$M = F \cdot r$$

$$F = 20 \text{ N}$$

$$r = 1,85 \text{ cm} = 0,0185 \text{ m}$$

$$M = 20 \times 0,0185$$

$$M = 0,37 \text{ Nm}$$

Afgerond: $M = 0,37 \text{ Nm}$.

- c De kracht van de achillespees op de voet bepaal je met de hefboomwet. De armen van de krachten bepaal je in figuur 4.68b van het leerboek.

$$r_R = 2,4 \text{ cm}$$

$$r_P = 0,7 \text{ cm}$$

$$F_P \cdot r_P = F_R \cdot r_R$$

$$F_R = 250 \text{ N}$$

$$F_P \times 0,7 = 250 \times 2,4$$

$$F_P = 8,57 \cdot 10^2 \text{ N}$$

Afgerond: $F_P = 9 \cdot 10^2 \text{ N}$.

- d Om de juiste keuze te kunnen maken, moet je kijken naar het evenwicht van krachten. Dit doe je voor de krachten op het meisje als geheel en voor de krachten op de voet.

Het meisje is in evenwicht. Er werken twee krachten op haar: de zwaartekracht in punt A en de normaalkracht in punt R. De kracht in R is dus even groot als de zwaartekracht. De voet is in evenwicht, dus geldt de eerste wet van Newton. De richting van de krachten in R en P is omhoog. In Q werkt dus een kracht omlaag die even groot is als de krachten in R en P samen. De kracht in Q is groter dan de kracht in R. De kracht in R is gelijk aan de zwaartekracht. F_Q is groter dan F_{ZK} .