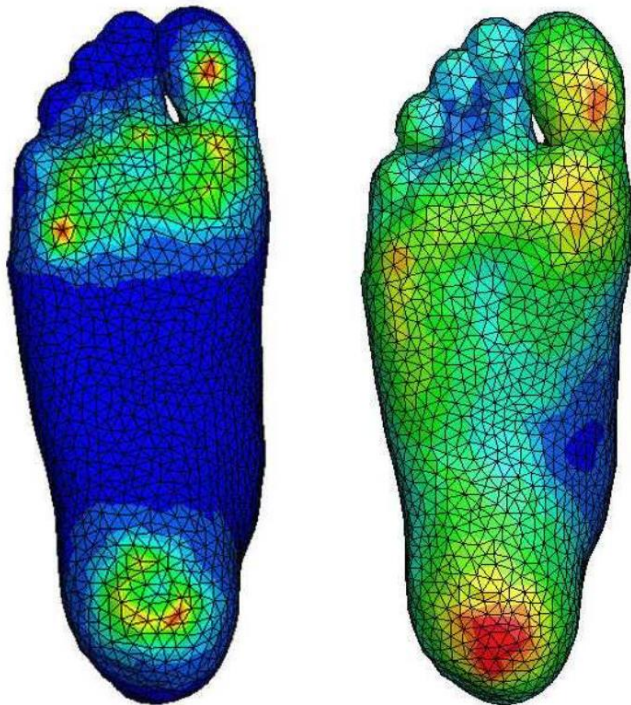


Uppgifter kopplade till mekanik/biomekanik

Uppgift 1 Tryck och yta

En patient kommer till dig med smärta i fötterna. Vid undersökningen av patientens fötter ser du att belastningen enbart hamnar på framfoten och hälen. Genom att prova ut ett inlägg till patienten som följer fotens form kan du sprida ut den kraft som verkar på foten på en större yta. Ytan som tar upp kraften på patientens fot utan inlägg är 65 cm^2 och när patienten får sina nya inlägg sprids kraften ut på en area av 180 cm^2 istället. Hur stor är skillnaden i procent när patienten står med inlägg jämfört med utan om patienten väger 90 kg? Anta att patienten belastar bägge benen lika mycket.



Uppgift 2 Momentet i knät

En protes väger oftast mindre än den kroppsdel som amputerats. Trots det upplevs proteserna ofta som tyngre, detta beror dels på att vissa av musklerna som förut hjälpte till att styra och lyfta kroppsdelarna inte finns kvar eller inte har den funktionen längre.

Hur stor skillnad är det egentligen i momentet i knät för en protesbrukare jämfört med innan amputationen?

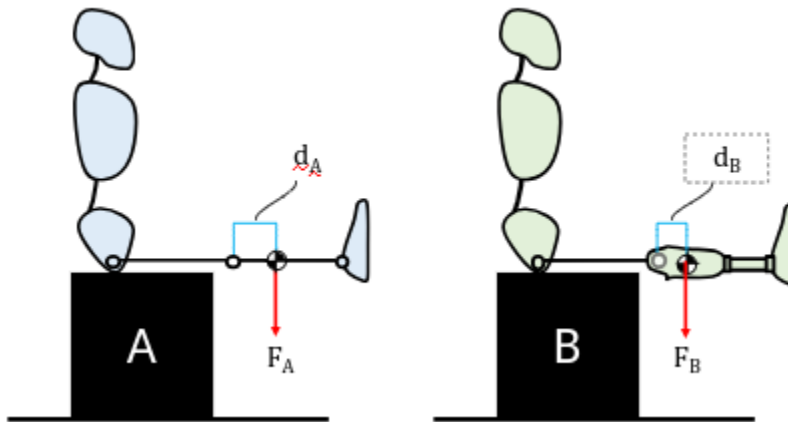
En underbensprotes väger ca 1,5 kg och ett underben är ca 4,4% av kroppsvikten (Osterkamp LK. Current perspective on assessment of human body proportions of relevance to amputees. J Am Diet Assoc. 1995 Feb;95(2):215-8. 95(2) 1995 215-8.) Lite av underbenet finns dock kvar efter amputation och i det här fallet räknar vi kvarvarande vikt till 1/3 av underbenets vikt. Patienten vägde innan amputationen 90 kg. Vi förutsätter också att massans centrum är beläget på underbenet ca 13 cm från

Bilder från: Perry, J., & Burnfield, J. M. (1993). Gait analysis: normal and pathological function. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 35, 1122-1122.



Ortopedteknik

knäledscentrum då man inte är amputerad. Är man däremot amputerad flyttas massans centrum och hamnar istället ca 10 cm från knäledscentrum.



Uppgift 3 Krafter och moment vid låst ankel

De flesta protesfötter har ingen stor rörlighet i ankeln utan genom den energiåtergivning som materialet ger så fås en viss rörlighet, de har alltså ingen led.

- A) En ung tjej med underbens-protes har bra balans och är en van protesgångare. Kan hon med den befintliga protesfoten och inställningen gå barfota och vid tillfälle gå med högklackade skor? Hur påverkas gången om hon har annan klackhöjd på skorna? Rita och resonera utifrån din kunskap om mekanik!
- B) I vilka andra situationer skulle samma problem kunna uppstå?

Uppgift 4 Jämvikt och kraft vid ortosanvändning

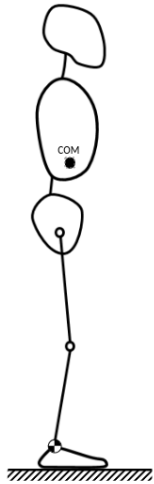
Patienten du möter har varit och spelat Paddel och i en vändning gick ena hälsenan av. Detta gör att patienten inte kan sträcka i ankeln.

Även om man står still så påverkas man av krafter. Ofta har man lite lätt böjda knän och golvreaktionskraften (GRF) är en motreaktion (en kraft i motsatt riktning) till personens vikt och tyngdkraften. För att vi ska hålla oss stående och inte ramla ihop måste våra muskler utföra ett arbete. I fallet när vi står så är det musklerna på vadens baksida som får arbeta och via hälsenan utöva kraft på foten.

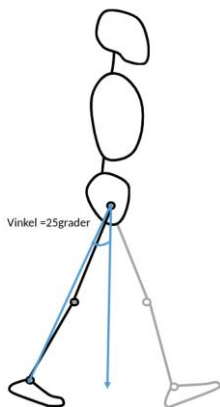
- A) Förklara med hjälp av pilar på bilden vilka krafter och moment som påverkar ankeln när vi står stilla i den positionen som personen står. Förutsätt att momentaxeln är i ankeln. Punkten COM (center of mass) representerar masscentrum för patienten.

Bilder från: Perry, J., & Burnfield, J. M. (1993). Gait analysis: normal and pathological function. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 35, 1122-1122.





- B) Patienten behöver nu stöd av en ortos. Resonera och förklara vilka problem som kan uppstå i samma situation som fråga A om musklerna på vadens baksida inte kan skapa momentet i ankeln. Använd gärna figuren i fråga A som utgångspunkt.
- C) Du ska förse patienten med en ortos som hjälper mot de problem patienten har vid gång. Bilden nedan utgår från det tillfälle i stödfasen då mest kraft läggs på ortosen. Formulera en ekvation på hur mycket kraft ortosen måste hålla för vid detta tillfälle för att det ska bli jämnvikt i momentet för ankeln. Förenkla så mycket det går med de uppgifter som getts. Längden från foten till COM är 1,2 m och vinkeln mellan lodlinjen och benet ca 25 grader (se bild). Kraften som verkar på foten har centrum vid $\frac{1}{4}$ av fotens längd.



- D) Patientens fot är 24 cm lång och patienten väger 65 kg. Använd din ekvation och räkna ut vilken kraft ortosen behöver klara.

Svar och exempel på uträkningar

Uppgift 1

Svar: Trycket som påverkar patientens fot minskar med 63 % med inlägg jämfört med utan inlägg.

Exempel på uträkning:

Trycket ges av ekvationen $P = \frac{F}{A}$

För att räkna ut trycket från golvreaktionskraften (Kraften som verkar på foten från golvet) behöver vi veta att golvreaktionskraften är lika stor som den kraft som trycker kroppen mot jorden. Vi får den alltså av $F = mg$

Massan, m , ges av halva kroppsvikten eftersom frågan är ställd så att patienten belastar bägge benen lika mycket. I detta fall ger det oss $m = \frac{90\text{kg}}{2} = 45\text{ kg}$

Arean är redan given till 65 cm^2 utan inlägg och 180 cm^2 med inlägg.

$$P_1 = \frac{45 \cdot 9,82}{65} \sim 6,8$$

$$P_2 = \frac{45 \cdot 9,82}{180} \sim 2,5$$

Skillnaden i tryck ges av: $1 - \frac{P_2}{P_1}$ vilket i detta fall ger oss $1 - \frac{P_2}{P_1} = 1 - \frac{2,5}{6,8} \sim 0,63$

D.v.s. trycket under foten minskar med 64 % då patienten använder inlägg.

Uppgift 2

Svar: Momentet i knät är ungefär 2,3 Nm mindre för den amputerade efter amputation än innan.

Procentuellt blir momentet i knät 45 % mindre då amputationen i underbenet är gjord.

Exempel på uträkning:

Vi söker momentet och använder oss av ekvationen $M = F \cdot d$ där d är hävarmen från massans centrum till knäledscentrum (där rotationen sker)

$$M_{\text{icke amputerad}} = F \cdot d \quad d = 13\text{ cm} = 0,13\text{ m} \quad M_{\text{amputerad}} = F \cdot d \quad d = 10\text{ cm} = 0,1\text{ m}$$

F är kraften och ges av ekvationen $F = m \cdot g$ där g är tyngaccelerationen vilket på jorden är ca 9.82 m/s^2 .

Massan m behöver i detta exempel räknas ut och är olika beroende på om man är amputerad eller inte.

$$F_{\text{icke amputerad}} = m \cdot 4,4\% \cdot g \quad \text{d.v.s.} \quad F_{\text{icke amputerad}} = 90 \cdot 0,044 \cdot 9,82 = 38,8872\text{ N}$$

Bilder från: Perry, J., & Burnfield, J. M. (1993). Gait analysis: normal and pathological function. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 35, 1122-1122.



Ortopedteknik

$$F_{\text{amputerad}} = (\text{protesens vikt} + \text{kvarvarande underbensvikt}(1/3 \text{ av } 90 * 0,044 = 3,96) * g \text{ d.v.s. } F_{\text{amputerad}} \\ = (1,5 + 3,96/3) * 9,82 = 27,6924 \text{ N}$$

$$M_{\text{icek amputerad}} = 38,8872 * 0,13 = 5,055336 \text{ Nm}$$

$$M_{\text{amputerad}} = 27,6924 * 0,10 = 2,76924 \text{ Nm}$$

$$\text{Skillnaden mellan momenten} = 5,055336 - 2,76924 = 2,286096 \text{ Nm}$$

$$\text{Procentuell skillnad blir} = 2,286096 / 5,055336 = 0,4522$$

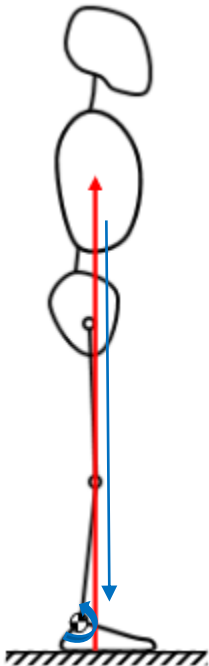
Uppgift 3

A)

B) Vid t.ex. gång i uppför och nedförsbacke eller på ojämnt underlag så som trösklar och kullersten.

Uppgift 4

A) Svar:



B) Svar: Om momentet i ankeln inte kan skapas kommer patienten inte få något stöd av foten vid stående och den andra sidan behöver då ta upp all kraft från GRF som kroppsvikten tillsammans med tyngdacceleration ger upphov till. I vanliga fall vid stående kan bägge benen bidra med lika mycket kraftupptagning

C) Svar: $F = (mg * 1,2 * \sin 25) / r_1$

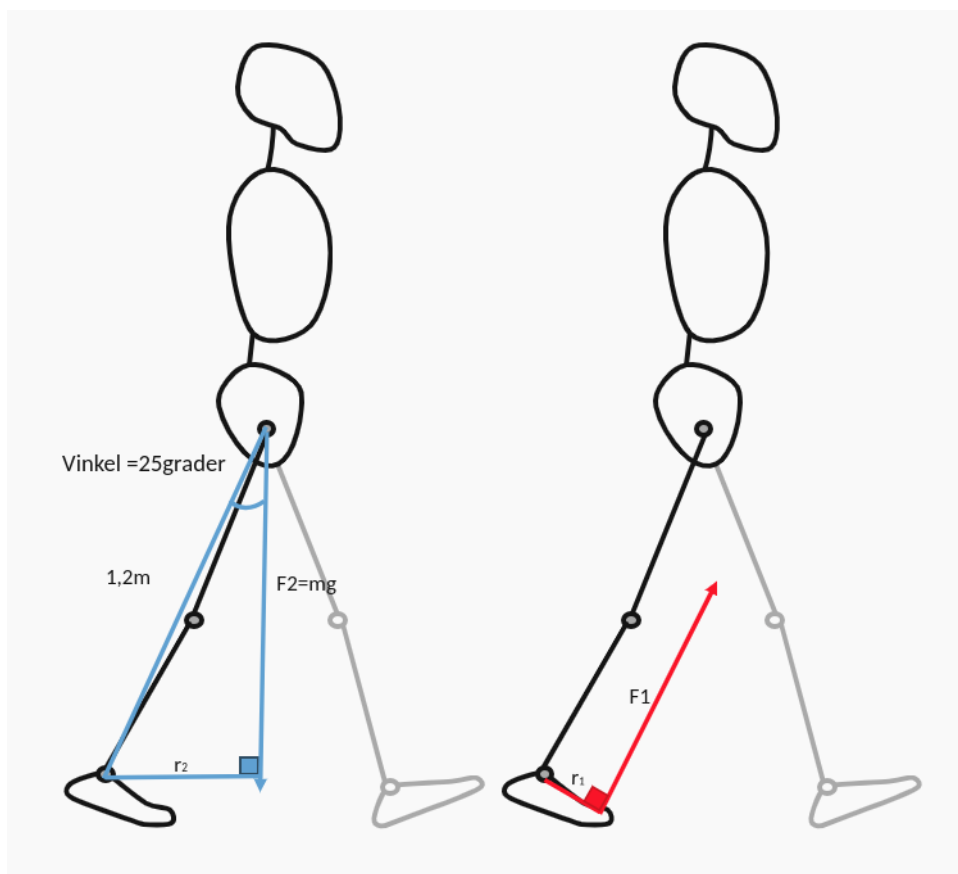
Bilder från: Perry, J., & Burnfield, J. M. (1993). Gait analysis: normal and pathological function. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 35, 1122-1122.



Ortopedteknik

Exempel på uträkning:

Utgår från att det ska vara en jämvikt och momentlagen som ger: $F_1 \cdot r_1 = F_2 \cdot r_2$. Där F_1 är kraften vi vill lösa ut. $F_1 = (F_2 \cdot r_2) / r_1$ givet det vi har är $F_2 = mg$ och $r_1 = 3/4$ av fotens längd vilken vi inte har given. Vi har inte heller r_2 given men däremot har vi längden på hypotenusan på den rätvinkliga triangel som syns utritad i bild 3 samt vinkeln mellan lodlinje och ben vilket kan ge oss längden på r_2 genom ekvationen $r_2 = \text{längden från ankel till COM} \cdot \sin$ för vinkeln $= 1,2 \cdot \sin 25^\circ$. Insatt i ursprungliga ekvationen för att lösa ut F_1 ger detta: $F = (mg \cdot 1,2 \cdot \sin 25) / r_1$ vilket givet de uppgifter vi har är så nära F vi kommer.



D) Svar: $F = 1798 \text{ N}$

Exempel på uträkning:

Givet förra uppgiften sätts den information som givits in i ekvationen vilket ger:

$$F_1 = (mg \cdot 1,2 \cdot \sin 25) / r_1$$

$$mg = 65 \cdot 9,82 = 638,3 \quad r_1 = 24 \cdot 0,75 = 18 \text{ cm} = 0,18 \text{ m}$$

Bilder från: Perry, J., & Burnfield, J. M. (1993). Gait analysis: normal and pathological function. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 35, 1122-1122.



Ortopedteknik

$$F_1 = (638,3 * 1,2 * \sin 25) / 0,18 = 1798 \text{ N}$$

Bilder från: Perry, J., & Burnfield, J. M. (1993). Gait analysis: normal and pathological function. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 35, 1122-1122.

