



Universitatea din Craiova
Facultatea de Educație Fizică și Sport

MASTER

Disciplina: Biomecanică

***Curs V – Biomecanica membrului superior.
Mișcări complexe dezvoltate la nivelul
articulațiilor***



5. 8. Biomecanica mișcării de manipulare a obiectelor

În timpul procesului de apucare a unui obiect, se desprind două cazuri:

- ◆ primul caz în care are loc o apucare cu vârfurile falangelor – apucare prin care contactul se realizează în puncte.
- ◆ al doilea caz în care are loc apucarea cu participarea tuturor falangelor – apucare ce realizează deplasarea obiectului prin puncte succesive de contact.

Cele două cazuri sunt evidențiate în figura 5.29, în care se consideră modelul simplificat al mâinii reprezentat prin falangele distale și proximale ale policelui, ce constituie un element, iar cel de-al doilea element fiind reprezentat de restul falangelor.

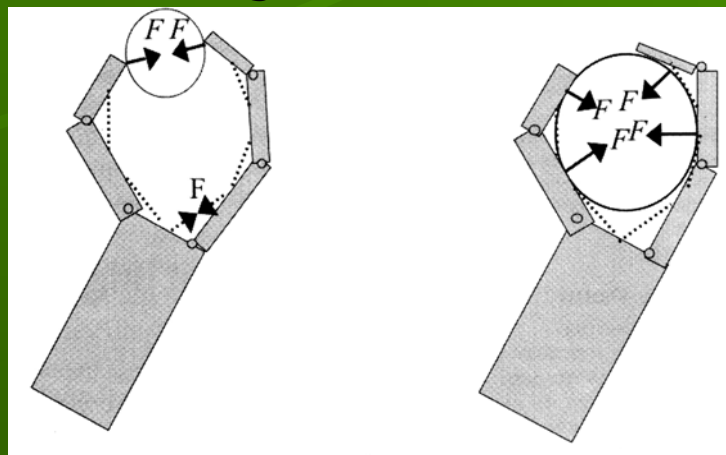
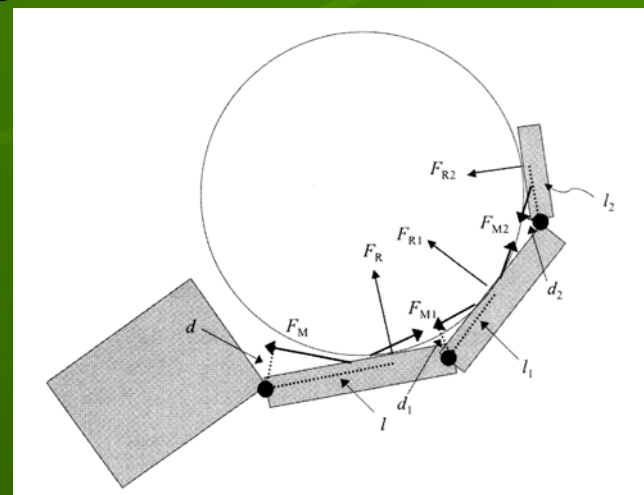


Figura 5.29. Cele două cazuri ale procesului de apucare a obiectelor



Pe modelul simplificat poate fi desprinsă ipoteza, în care, cu cât numărul articulațiilor luate în considerare pe modelul simplificat este mai mare, cu atât trebuiesc luate în considerare și grupele musculare aferente acestora, ce generează forțe active (FM_1, FM_2, \dots). Acestea, la rândul lor creează momente dezvoltate la nivelul fiecărei articulații ($FM_1 \cdot d_1, FM_2 \cdot d_2, \dots$) așa cum este reprezentat în figura 5.30.

Figura 5.30. Momentele create de forța musculară FM asupra obiectului ce urmează a fi apucat.





Pe baza figurii 5.30, în majoritatea articulațiilor distale, forța FM_2 , produce un moment $FM_2 \cdot d_2$, care acesta la rândul lui, este responsabil de generarea unui alt moment $FR_2 \cdot l_2$.

Acest lucru se datorează faptului că forța FM_1 , dă naștere la un moment $FM_1 \cdot d_1$, căruia îi corespunde momentul $FR_1 \cdot l_1$, plus o reacțiune generată de efectul de strângere aplicat obiectului. Acest efect este cauzat de forța FM_2 .

Efectul de strângere dă naștere la forța de strângere, ce nu este reprezentată în figura 5.30, dar nu este neglijată.

Forța musculară F , generează de asemenea un moment și susține efectul de strângere la nivelul articulațiilor distale.

Această analiză este valabilă pentru ambele cazuri anterior menționate. În primul caz numai o singură forță este aplicată asupra obiectului în vederea prinderii acestuia.

În al doilea caz, în timpul apucării obiectului se produce o rotație în articulațiile falangelor, dar și freacarea prin deplasarea obiectului în vederea apucării lui.

Forța de frecare ia naștere prin alunecarea relativă a suprafeței obiectului cu suprafața țesutului extern al mâinii, așa cum este reprezentat în figura 5.31.

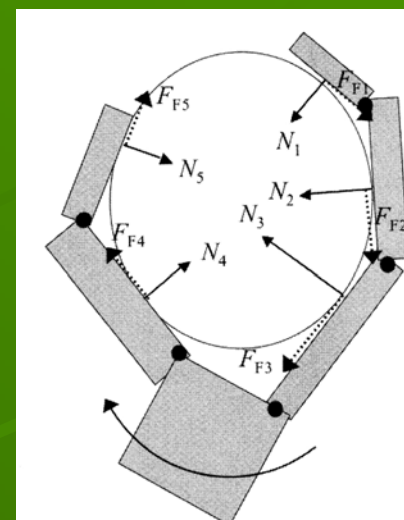


Figura 5.31. Forțele normale rezultate în urma apucării.



În acest caz forțele din falange devin forțe normale (N), corelate cu forțele de frecare F_F , acestea fiind tangente la suprafața obiectului de apucat.

Astfel se poate nota: $F_F = \mu \cdot N$

unde:

- ✦ μ – coeficientul de frecare ce ține seama de materialul din care este confecționat obiectul ce urmează să fi apucat și țesutul extern al mâinii.

Forța totală de frecare tinde să rotească obiectul apucat în sens orar:

$$\sum F_F = F_{F1} + F_{F2} + F_{F3} + F_{F4} + F_{F5}$$

Înlocuind (1) în (2) obținem:

$$\sum F_F = \mu \cdot N_1 + \mu \cdot N_2 + \mu \cdot N_3 + \mu \cdot N_4 + \mu \cdot N_5$$

Așadar, ținând cont de faptul că aceste forțe sunt tangente la suprafața obiectului apucat, fiecare va contribui la realizarea momentului total de apucare aplicat asupra obiectului, de către mână.

În cazul în care fiecare din aceste forțe normale sunt reduse, forța totală de frecare va fi și aceasta redusă.



5.9. Biomecanica activității de apucare a obiectelor

Flexibilitatea membrului superior se datorează unei structuri complexe ce cuprinde un număr de 14 oase, toate aparținând falangelor proximale și distale, 5 metacarpiene și 8 oase care formează încheieturile palmei.

Structura osoasă deosebit de complexă poate deveni utilizabilă numai prin intermediul multor grupe musculare atașate de aceste oase.

În figura 5.32 este reprezentată o vedere simplificată a modului de dispunere a unei grupe musculare pe oasele ce formează un deget.

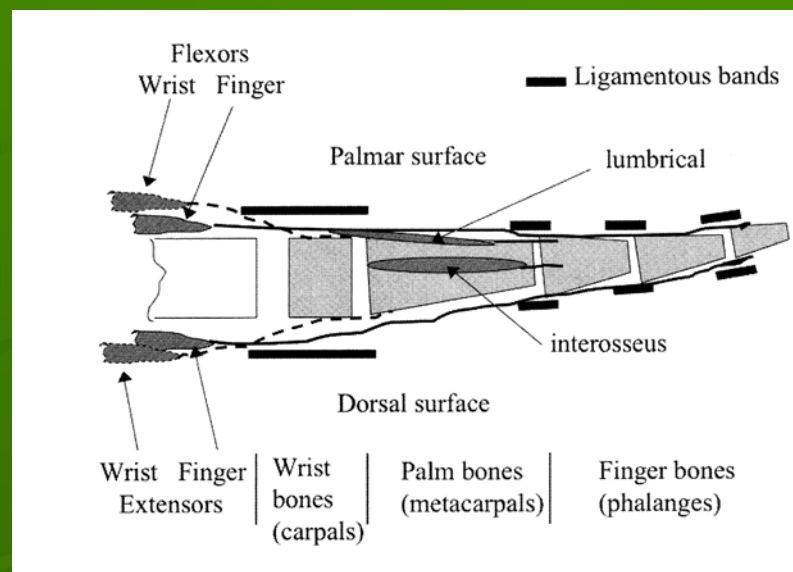


Figura 5.32. Grupele musculare ale falangelor implicate în timpul procesului de apucare



Universitatea din Craiova

Facultatea de Educație Fizică și Sport



O bandă de țesut ligamentos înconjoară palma, aceasta servind la menținerea ligamentelor în aceeași poziție pe parcursul mișcărilor de flexie sau extensie ale antebrățului.

Într-o modalitate similară, există benzi de țesut ligamentos care înconjoară articulațiile dintre metacarpiene și falangele proximale. Aceste legături sunt aliniată față de un plan transversal și oblic. Mișcările oaselor mâinii, antebrățului și brațului, sunt foarte variate, fapt pentru care apucarea obiectelor necesită momente flexoare bine dezvoltate la nivelul articulațiilor metacarpo – falangiene și interfalangiene. Asemenea momente produc forțe ridicate la nivelul vârfurilor degetelor. Alte activități mai complexe cum ar fi cântatul la pian, implică dezvoltarea și memorarea unor mișcări complexe ce pot fi desprinse prin învățare și exersare individuală. În orice fel de activitate, articulațiile trebuiesc să fie lubrificate.

Acest aspect se realizează în baza acțiunii de rulare a unei suprafețe pe cealaltă, ceea ce face ca lichidul sinovial din capsula sinovială să fie redistribuit pe aceste suprafețe. Cercetători în domeniu, cum ar fi Sagowski și Piekarski au demonstrat că la nivelul articulațiilor metacarpo-falangiene are loc o deplasare prin dezvoltarea unei mișcări complexe de tip roto-alunecător (rostogolire + alunecare). Aceste mișcări, schimbă poziția centrului de rotație articular și totodată modifică valorile momentelor ce depind de unghiul articulației în cauză.



O problemă particulară în procesul de apucare îl reprezintă efectul „corzii muzicale”. Acesta este rezultatul ruperii ligamentelor ce înconjoară articulația, precum și tendonul ce se desprinde de pe elementul osos, așa cum este prezentat în figura 5.33.

În figura 5.33 sunt reprezentate și forțele active într-o articulație metacarpo-falangială. În starea inițială, forța de flexie creată de tendon F_T , ține tendonul tensionat. Ligamentele se opun acestei acțiuni încercând să mențină tendonul în poziția sa inițială, prin intermediul forței F_L . În starea finală, ligamentele sunt suprasolicitate fiind amenințate de fenomenul ruperii, cauza fiind întrebuițarea tumultoasă a procesului de apucare. De asemenea un alt factor (extern), care ar putea conduce la asemenea rupturi este reprezentat de traumele rezultate în urma interacțiunii mâinii cu unele corpuri ascuțite (tăierea cu anumite corpuri ce posedă muchii ascuțite). Tendonul este supus la solicitări consecutive de întindere – retragere din starea lui normală.

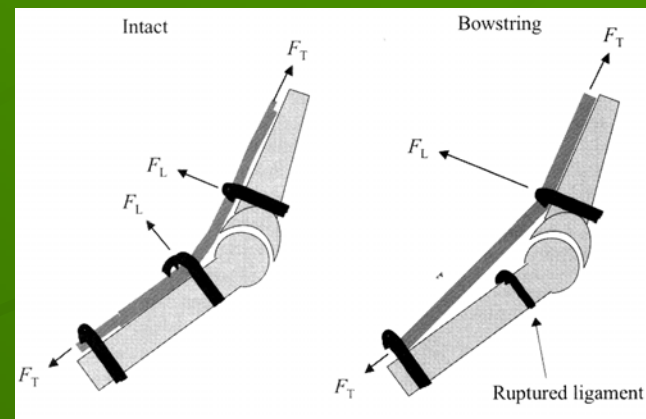


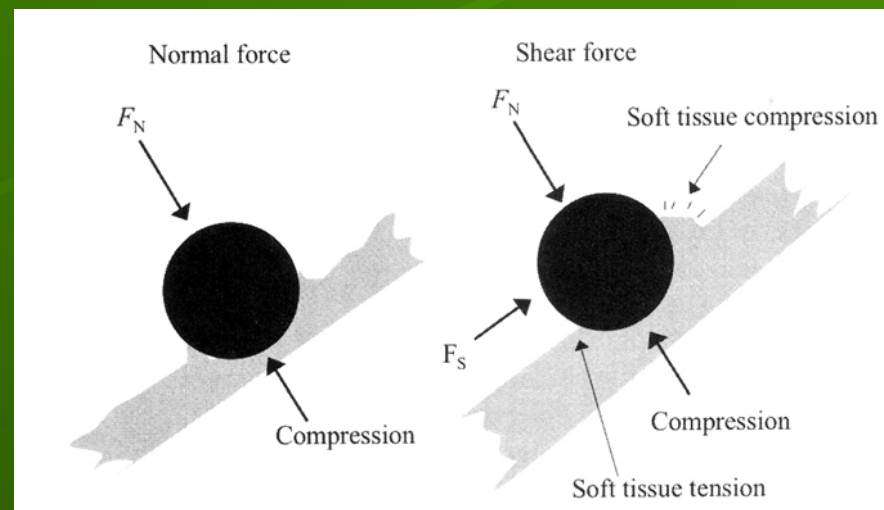
Figura 5.33. Aspect al comportamentului ligamentelor și tendoanelor falangelor în timpul procesului de apucare



O problemă care ar putea influența procesul de apucare o reprezintă aceea a producerii unei forțe de frecare suficient de mare astfel încât să mărească aderența suprafeței de apucare situată la nivelul țesutului extern al mâinii. În cazul subiecților umani ce prezintă un strat ridicat de grăsime la nivelul mâinii, se produce efectul de alunecare al obiectelor în timpul procesului de apucare.

Acest efect este prezentat în figura 5.34, în care forța normală F_N , alternează cu o forță distribuită F_S .

Figura 5.34. Repartizarea țesutului extern în momentul apucării obiectelor





Universitatea din Craiova

Facultatea de Educație Fizică și Sport



În timpul acțiunii generate deforța normală, are loc o comprimare a țesutului extern în partea opusă a obiectului, odată cu întinderea acestuia pe aceeași direcție pe care acționează forța normală.

În cazul distribuției, se va produce o comprimare puternică pe o parte a aplicării forței normale, în timp ce pe partea cealaltă se produce o întindere semnificativă a țesutului extern.

Acesta este mecanismul fenomenului de alunecare a obiectelor în timpul procesului de apucare a acestora.

Astfel frecarea este reprezentată de efectul disipativ în căldură generată în timpul alunecării, fiind de altfel, consecința evidentă a fenomenului de ardere a țesutului extern de pe suprafața palmară a mâinii.

O altă cauză ce stă la baza imposibilității apucării obiectelor fiind aceea generată de artrită sau osteoporoză, la nivelul articulațiilor elementelor osoase din structura mâinii.