

Eduard-Robert SAKIZLIAN

Eduard-Robert SAKIZLIAN

***OPTIMIZAREA
ANTRENAMENTULUI
ÎN JOCUL DE HANDBAL PRIN
ANALIZA BIOMECHANICĂ A
MEMBRULUI SUPERIOR***



**EDITURA UNIVERSITARIA
CRAIOVA, 2024**

Referenți științifici

Conf.univ.dr. Camelia Daniela Plăstoi

Conf.univ.dr. Iacob Daniel Chivu

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

SAKIZLIAN, EDUARD ROBERT

Optimizarea antrenamentului în jocul de handbal prin analiza biomecanică a membrului superior / Eduard-Robert Sakizlian. - Craiova : Universitaria, 2024

Conține bibliografie

ISBN 978-606-14-2013-1

796

© 2024 by Editura Universitaria

Această carte este protejată prin copyright. Reproducerea integrală sau parțială, multiplicarea prin orice mijloace și sub orice formă, cum ar fi xeroxarea, scanarea, transpunerea în format electronic sau audio, punerea la dispoziția publică, inclusiv prin internet sau prin rețelele de calculatoare, stocarea permanentă sau temporară pe dispozitive sau sisteme cu posibilitatea recuperării informațiilor, cu scop comercial sau gratuit, precum și alte fapte similare săvârșite fără permisiunea scrisă a deținătorului copyrightului reprezintă o încălcare a legislației cu privire la protecția proprietății intelectuale și se pedepsesc penal și/sau civil în conformitate cu legile în vigoare.

LISTĂ DE ABREVIERI

- 1. FEFS- Facultatea de Educație Fizică și Sport**
- 2. INCESA- Institutul de Cercetări în Științe Aplicate**
- 3. MS – Membrul superior**
- 4. RM – Rezistență maximă**
- 5. ROM - Range of motion (amplitudinea de mișcare)**
- 6. SNC – Sistemul nervos central**
- 7. SNP – Sistemul nervos periferic**

CUPRINS TABELE

1. Tabel I.1. Mușchii membrului superior
2. Tabel I.2. Mușchii trunchiului
3. Tabel II.1. Antrenament de dezvoltare a forței explozive combinat cu antrenament de dezvoltare a F_{max}
4. Tabel III.1. Ponderea pe săptămâni a diferitelor tipuri de mijloace pentru dezvoltarea forței în prima perioadă pregătitoare
5. Tabelul III.2. Ponderea pe săptămâni a diferitelor tipuri de mijloace pentru dezvoltarea forței în a doua-a perioadă pregătitoare
6. Tabelul IV.1. Principiile antrenamentului de forță
7. Tabelul IV.2. Abordări ale antrenamentului de creștere a forței în jocul de handbal
8. Tabel VI.1. Parametrii antropometrici pentru grupul de 3 sportivi
9. Tabel VI.2. Valorile parametrului cinematic - viteza pumnului, recoltate de la cei 3 subiecți pentru cele două tipuri de aruncări
10. Tabel VI.3. Valorile parametrului cinematic-viteza unghiului de torsiune, recoltate de la cei 3 subiecți pentru cele două tipuri de aruncări
11. Tabel VI.4. Valorile parametrului cinematic- vitezei unghiului de rotație braț, recoltate de la cei 3 subiecți pentru cele două tipuri de aruncări
12. Tabel VI.5. Tabelul indicatorilor statistici ai variației parametrului cinematic viteza pumnului, măsurată pe faza F1, la cele două tipuri de aruncări
13. Tabel VI.6. Tabelul diferențelor medii pentru variația parametrului cinematic viteza pumnului, măsurată pe faza F1, la cele două tipuri de aruncări

14. Tabel VI.7. Tabelul indicatorilor statistici ai variației parametrului cinematic viteza pumnului, măsurată pe faza F2, la cele două tipuri de aruncări
15. Tabel VI.8. Tabelul diferențelor medii pentru variația parametrului cinematic viteza pumnului, măsurată pe faza F2, la fiecare tip de aruncări
16. Tabel VI.9. Tabelul indicatorilor statistici ai variației parametrului cinematic viteza unghiului de torsiune, măsurată pe faza F1, la cele două tipuri de aruncări
17. Tabel VI.10. Tabelul diferențelor medii pentru variația parametrului cinematic viteza unghiului de torsiune, măsurată pe faza F1, la fiecare tip de aruncări
18. Tabel VI.11. Tabelul indicatorilor statistici ai variației parametrului cinematic viteza unghiului de torsiune, măsurată pe faza F2, la cele două tipuri de aruncări
19. Tabel VI.12. Tabelul diferențelor medii pentru variația parametrului cinematic viteza unghiului de torsiune, măsurată pe faza F2, la fiecare tip de aruncări
20. Tabel VI.13. Tabelul indicatorilor statistici ai variației parametrului cinematic viteza unghiului de rotație al brațului, măsurată pe faza F1, la cele două tipuri de aruncări
21. Tabel VI.14. Tabelul diferențelor medii pentru variația parametrului cinematic viteza unghiului de rotație al brațului, măsurată pe faza F1, la fiecare tip de aruncare
22. Tabel VI.15. Tabelul indicatorilor statistici ai variației parametrului cinematic viteza unghiului de rotație al brațului, măsurată pe faza F2, la cele două tipuri de aruncări

23. Tabel VI.16. Tabelul diferențelor medii pentru variația parametrului cinematic viteza unghiului de rotație al brațului, măsurată pe faza F2, la fiecare tip de aruncare
24. Tabel VI.17. Tabelul indicatorilor statistici ai variației parametrului cinematic viteza pumnului, măsurată pe faza F1, la cele două tipuri de aruncări
25. Tabel VI.18. Tabelul diferențelor medii pentru variația parametrului cinematic viteza pumnului, măsurată pe faza F1, la fiecare tip de aruncare
26. Tabel VI.19. Tabelul indicatorilor statistici ai variației parametrului cinematic viteza pumnului, măsurată pe faza F2, la cele două tipuri de aruncări
27. Tabel VI.20. Tabelul diferențelor medii pentru variația parametrului cinematic viteza pumnului, măsurată pe faza F2, la fiecare tip de aruncare
28. Tabel VI.21. Tabelul indicatorilor statistici ai variației parametrului cinematic viteza unghiului de torsiune, măsurată pe faza F1, la cele două tipuri de aruncări
29. Tabel VI.22. Tabelul diferențelor medii pentru variația parametrului cinematic viteza unghiului de torsiune, măsurată pe faza F1, la fiecare tip de aruncare
30. Tabel VI.23. Tabelul indicatorilor statistici ai variației parametrului cinematic viteza unghiului de torsiune, măsurată pe faza F2, la cele două tipuri de aruncări
31. Tabel VI.24. Tabelul diferențelor medii pentru variația parametrului cinematic viteza unghiului de torsiune, măsurată pe faza F2, la fiecare tip de aruncare

32. Tabel VI.25. Tabelul indicatorilor statistici ai variației parametrului cinematic viteza unghiului de rotație al brațului, măsurată pe faza F1, la cele două tipuri de aruncări
33. Tabel VI.26. Tabelul diferențelor medii pentru variația parametrului cinematic viteza unghiului de rotație al brațului, măsurată pe faza F1, la fiecare tip de aruncare
34. Tabel VI.27. Tabelul indicatorilor statistici ai variației parametrului cinematic viteza unghiului de rotație al brațului, măsurată pe faza F2, la cele două tipuri de aruncări
35. Tabel VI.28. Tabelul diferențelor medii pentru variația parametrului cinematic viteza unghiului de rotație al brațului, măsurată pe faza F2, la fiecare tip de aruncare
36. Tabel VI.29. Tabelul indicatorilor statistici ai variației parametrului cinematic viteza pumnului, măsurată pe faza F1, la cele două tipuri de aruncări
37. Tabel VI.30. Tabelul diferențelor medii pentru variația parametrului cinematic viteza pumnului, măsurată pe faza F1, la fiecare tip de aruncare
38. Tabel VI.31. Tabelul indicatorilor statistici ai variației parametrului cinematic viteza pumnului, măsurată pe faza F2, la cele două tipuri de aruncări
39. Tabel VI.32. Tabelul diferențelor medii pentru variația parametrului cinematic viteza pumnului, măsurată pe faza F2, la fiecare tip de aruncare
40. Tabel VI.33. Tabelul indicatorilor statistici ai variației parametrului cinematic viteza unghiului de torsiune, măsurată pe faza F1, la cele două tipuri de aruncări

41. Tabel VI.34. Tabelul diferențelor medii pentru variația parametrului cinematic viteza unghiului de torsiune, măsurată pe faza F1, la fiecare tip de aruncare
42. Tabel VI.35. Tabelul indicatorilor statistici ai variației parametrului cinematic viteza unghiului de torsiune, măsurată pe faza F2, la cele două tipuri de aruncări
43. Tabel VI.36. Tabelul diferențelor medii pentru variația parametrului cinematic viteza unghiului de torsiune, măsurată pe faza F2, la fiecare tip de aruncare
44. Tabel VI.37. Tabelul indicatorilor statistici ai variației parametrului cinematic viteza unghiului de rotație al brațului, măsurată pe faza F1, la cele două tipuri de aruncări
45. Tabel VI.38. Tabelul diferențelor medii pentru variația parametrului cinematic viteza unghiului de rotație al brațului, măsurată pe faza F1, la fiecare tip de aruncare
46. Tabel VI.39. Tabelul indicatorilor statistici ai variației parametrului cinematic viteza unghiului de rotație al brațului, măsurată pe faza F2, la cele două tipuri de aruncări
47. Tabel VI.40. Tabelul diferențelor medii pentru variația parametrului cinematic viteza unghiului de rotație al brațului, măsurată pe faza F2, la fiecare tip de aruncare
48. Tabel VI.42. Corelații între parametrii cinematici sportiv P1
49. Tabel VI.43. Corelații între parametrii cinematici sportiv P2
50. Tabel VI.44. Corelații între parametrii cinematici sportiv P3
51. Tabelul VI.45. Valorile medii ale parametrilor cinematici pentru cele două tipuri de aruncări pentru faza F1

52. Tabelul VI.46. Valorile numerice ale Testului Wilks Lambda pentru faza F1
53. Tabelul VI.47. Valorile medii ale parametrilor cinematici pentru cele două tipuri de aruncări pentru faza F2
54. Tabelul VI.48. Valorile numerice ale Testului Wilks Lambda pentru faza F2
55. Tabelul VI.49. Valorile medii ale parametrilor cinematici pentru cele două tipuri de aruncări pentru faza F1
56. Tabelul VI.50. Valorile numerice ale Testului Wilks Lambda pentru faza F1
57. Tabelul VI.51. Valorile medii ale parametrilor cinematici pentru cele două tipuri de aruncări pentru faza F2
58. Tabelul VI.52. Valorile numerice ale Testului Wilks Lambda pentru faza F2
59. Tabelul VI.53. Valorile medii ale parametrilor cinematici pentru cele două tipuri de aruncări pentru faza F1
60. Tabelul VI.54. Valorile numarice ale Testului Wilks Lambda pentru faza F1
61. Tabelul VI.55. Valorile medii ale parametrilor cinematici pentru cele două tipuri de aruncări pentru faza F2
62. Tabelul VI.56. Valorile numerice ale Testului Wilks Lambda pentru faza F2

CUPRINS FIGURI

1. Figura I.1. Mușchii centurii scapulohumerale
2. Figura I.2. Mușchii membrului superior liber
3. Figura I.3. Reprezentare forțe de compresiune
4. Figura I.4. Direcțiile de acțiune ale mușchilor umărului asupra scapulei
5. Figura I.5. Momentul brațului în mișcarea de abducție
6. Figura II.1. Diagrama forță viteză a mușchiului striat
7. Figura IV.1. Alternanța stretching/scurtare
8. Figura V.1. Laboratorul de Tehnici și Procese Inovative în Bioinginerie
9. Figura V.2. Schema de principiu a sistemului Vicon cu cele 14 camere video ultrarapide
10. Figura V.3. Imaginea virtuală a planului de lucru referențiat și pozițiile celor 14 camere ale sistemului de captură video VICON
11. Figura V.4. Harta atașării markerilor și a etichetelor utilizate pentru analiză completă a sportivului
12. Figura V.5. Generarea exoscheletului uman cu sistemul de captură video VICON
13. Figura V 6 a,b. Aruncarea mingii. Figura V.6. a. Aruncarea de pe loc S1. Figura V.6. b. Aruncarea din săritură S2
14. Figura V.7. Poziția aruncării faza F1. Traectoria pumnului are un punct de inflexiune (marcat de cercul roșu), care delimitează cele două faze
15. Figura V.8. Poziția aruncării în faza F2, în poziția (frame-ul marcat cu cercul roșu pe figura a), în care viteza pumnului este maximă (punctul marcat cu cercul roșu pe graficul din figura b).

16. Figura V.9. Unghiul de torsiune s-a măsurat între axul longitudinal de simetrie al bazinului și axa de proiecție a liniei umerilor pe planul bazinului
17. Figura V.10. Unghiul de rotație al brațului s-a măsurat între axa ce unește clavicula cu sternul și axul longitudinal al humerusului. a. Unghiul de rotație al brațului pentru sportivul care folosește pentru aruncare brațul drept. b. Unghiul de rotație al brațului pentru sportivul care folosește pentru aruncare brațul stâng.

CUPRINS GRAFICE

1. Grafic VI.1. Valorile parametrilor ce caracterizează antropometric grupul de 3 subiecți
2. Grafic VI.2. Valorile medii și deviațiile standard pentru parametrii ce caracterizează antropometric lotul de 3 subiecți
3. Grafic VI.3. Reprezentarea grafică a valorile medii ale parametrilor cinematici pentru cele două tipuri de aruncări pentru faza F1
4. Grafic VI.4. Reprezentarea grafică a valorile medii ale parametrilor cinematici pentru cele două tipuri de aruncări, în faza F2
5. Grafic VI.5. Reprezentarea grafică a valorile medii ale parametrilor cinematici pentru cele două tipuri de aruncări pentru faza F1, pentru sportivul P2
6. Grafic VI.6. Reprezentarea grafică a valorile medii ale parametrilor cinematici pentru cele două tipuri de aruncări, în faza F2, pentru sportivul P2
7. Grafic VI.7. Reprezentarea grafică a valorile medii ale parametrilor cinematici pentru cele două tipuri de aruncări pentru faza F1, pentru sportivul P3
8. Grafic VI.8. Reprezentarea grafică a valorile medii ale parametrilor cinematici pentru cele două tipuri de aruncări, în faza F2, pentru sportivul P3

INTRODUCERE

Generalități despre antrenamentul în handbal

Decând a apărut și până în prezent, jocul de handbal a parcurs o lungă perioadă de dezvoltare, modelându-se permanent fără a-și transforma esența de „*joc colectiv, cu caracter dinamic*” (Kunst-Ghermănescu, 1983), atingând și menținând un spirit competitiv de înaltă clasă, cu tendințe puternice de afirmare în ierarhia mondială a disciplinelor sportive.

Tendința de creștere și menținere a ritmului de joc parcursul partidei, aspect ce se bazează prioritar pe viteza de joc crescută în totalitatea fazelor de atac, dar și un angajament total al fiecărui jucător în apărare, pune în discuție un nou prototip al jocului de handbal: dinamic, flexibil, intuitiv, iar noile condiții de manifestare ale potențialului tehnico-tactic solicită reorientarea anumitor aspecte ale pregătirii.

Astfel, utilizând resursele informaționale relevate de joc și calitatea de factor modelator al capacității de performanță proprie antrenamentului sportiv, o cercetare aprofundată poate conduce la ajustarea modelelor de pregătire, demers concretizat finalmente în selecționarea unor mijloace de acționare din perspectiva eficienței.

Un astfel de demers prezintă fidelitate față de structura și solicitarea jocului, obiectivul fixat și potențialul individual al sportivului.

Handbalul este un joc sportiv complex, discontinuu ce presupune, din perspectiva jucătorilor, capacități anaerobe și aerobe îmbunătățite (Delamarce și colab., 1987, Gorostiaga și colab., 2006). Abilitățile motrice ca de exemplu sprinturile, săriturile, elasticitatea, suplețea, viteza și aruncarea reprezintă factori esențiali în jocul de handbal, cu rol determinant în obținerea

performanței înalte a echipei (Granados și colab., 2007, Marques & González-Badillo, 2006).

Pe de altă parte, în prototipul modern al jucătorului de handbal, indicatorii antropometrici specifici reprezintă factori majori de susținere a performanței sportivilor în condiții concrete de competiție (Srjöl și colab., 2002, Skoufas și colab., 2003).

Jocul de handbal modern diferă semnificativ comparativ cu cel din anii 1980-1990 care a fost caracterizat în acea perioadă ca fiind lent și bazat în principal pe forță.

Pe scena modernă a dezvoltării, mișcarea specifică, solicitată de acest joc sportiv a crescut semnificativ apărând schimbări atât în privința caracteristicilor sale, a concepției de joc, dar și a ariei procedeele tehnice și acțiunilor tactice necesare rezolvării situațiilor de joc.

De asemenea, capacitatea de performanță a jucătorilor este în continuă creștere, aceștia dețin abilități fizice foarte bine antrenate, fiind esențiale în îndeplinirea cu succes a cerințelor și sarcinilor aferente posturilor de joc (Curițianu, 2015).

Din perspectiva biomecanicii, atât trunchiul cât și brațele, în jocul de handbal, execută mișcări diverse solicitând astfel lanțurile musculare. Membrele inferioare realizează, în afară de activitatea dinamică de alergare, și funcția importantă de asigurare a echilibrului corpului și implicit, de bază pentru mișcările trunchiului și ale membrilor superioare.

Musculatura care realizează mișcarea de aruncare alcătuiește un lanț muscular întins, începând de la brațul cu ajutorul căruia se ține mingea, traversând trunchiul și finalizează la nivelul membrele inferioare. Lanțul muscular, ce depune o activitate dinamică intensă de învingere, este alcătuit din musculatura flexoare a corpului, mușchii flexori ai segmentelor membrului superior, extensorii și adductorii brațului, musculatura care coboară, proiectează anterior și translatează medial scapula. Lanțul muscular se continuă cu grupele musculare anterioare ale trunchiului – rotatorii – și cu mișcarea de tripla extensie de la nivelul membrului inferior de sprijin.

Tema pe care o propunem este legată de modul în care putem contribui la dezvoltarea unei strategii de optimizare a antrenamentului sportiv în jocul de handbal prin analiza biomecanică a membrului superior, în prezenta lucrare urmărind să identificăm cadrul științific și teoretico-metodic ce poate susține această strategie, în contextul tendințelor și orientărilor moderne de dezvoltare ale jocului de handbal și ale antrenamentului specific.

Consider că pot, prin intermediul unei analize consistente a biomecanicii membrului superior, în mișcarea de aruncare, să propun un program de antrenament muscular destinat membrului superior, care să îmbunătățească performanța aruncării.

Implicarea în programele de antrenament ale sportivilor, m-a determinat să aleg acest subiect pentru că mișcarea de aruncare în handbal este o mișcare liberă, care are la bază o serie de principii de care depinde performanța.

Aceste principii se impun a fi analizate și sunt reprezentate de: legile lui Newton, sumarea forței, lanțul kinetic, mișcarea mingii. Legat de aceste aspecte am considerat că utilizarea principiilor biomecanicii în faza de aruncare a mingii, mișcarea acesteia, se supune acțiunii a doi factori: rezistența aerului și forța gravitațională, astfel că mingea se poate mișca pe un unghi cuprins între 0-90 grade.

Un alt element cheie este traiectoria pe care mingea o are, influențată de viteza de aruncare, pe care mi-am propus să o analizez în contextul a două tipuri de aruncări.

În acest sens problematica pe care doresc să o abordez se referă la:

- coordonatele teoretice privind complexitatea procesului, componentele și mijloacele antrenamentului în handbal;
- evidențierea unor aspecte referitoare la modul în care o analiză temeinică a biomecanicii membrului superior poate contribui la optimizarea antrenamentului sportiv în jocul de handbal.

Cercetarea propriu-zisă are drept scop principal *analiza biomecanică a membrului superior* în timpul mișcării de aruncare și optimizarea antrenamentului în jocul de handbal.

Pornind de la premiza că doar o evaluare complexă a fenomenului conduce la confirmarea și implementarea la un nivel global a unei metodologii eficiente de acționare în vederea îmbunătățirii antrenamentului sportiv, ne-am propus următoarele **obiectivele**:

- Testarea biomotrică și analiza performanței motorii corelată cu cerințele specifice jocului de handbal.
- Realizarea unei analize biomecanice a membrului superior la jucătorul de handbal.
- Diseminarea informațiilor și rezultatelor acestei lucrări.

Însușirea unor structuri tehnice pe baza analizei biomecanice membrului superior pot conduce la optimizarea antrenamentului sportiv.

Elaborarea unui program de pregătire fizică specifică bazat pe pregătirea musculară și dezvoltarea forței explozive a membrului superior determină îmbunătățirea eficienței mișcării de aruncare în handbal.

CAPITOLUL I

ANATOMIA ȘI BIOMECANICA MEMBRULUI SUPERIOR

Dinamica membrului superior cu implicații în eficiența mișcării de aruncare în jocul de handbal, impune o trecere în revistă a principalelor noțiuni de anatomie și biomecanică a membrului superior.

I.1. Anatomia membrului superior

Centura membrului superior-umărul

Centura scapulară este formată din scapula și claviculă.

Umărul reprezintă, din perspectiva celor trei axe ale sale și cu cele 3 grade de libertate în comun, cel mai mobil complex articular al corpului omenesc.

Centura scapulară este formată din trei articulații: sterno-costoclaviculare, acromio-claviculară, gleno-humerală și dintr-un spațiu de alunecare scapulotoracică. Aceste structuri articulare sunt concepute să funcționeze în prindere și aruncare, necesitând o mobilitate extremă împreună cu soliditatea funcțională.

Articulațiile membrului superior

Articulațiile membrului superior se impart în:

- Articulațiile centurii membrului superior
- Articulațiile membrului superior liber

Musculatura membrului superior

Musculatura membrului superior este formată din mușchii umărului (denumit deltoid) (Figura I.1), mușchii brațului (denumiți biceps și triceps brahial), mușchii antebrățului (denumiți pronatori și supinatori ai antebrățului, flexori și extensori ai degetelor) și mușchii mâinii (Figura I.2).

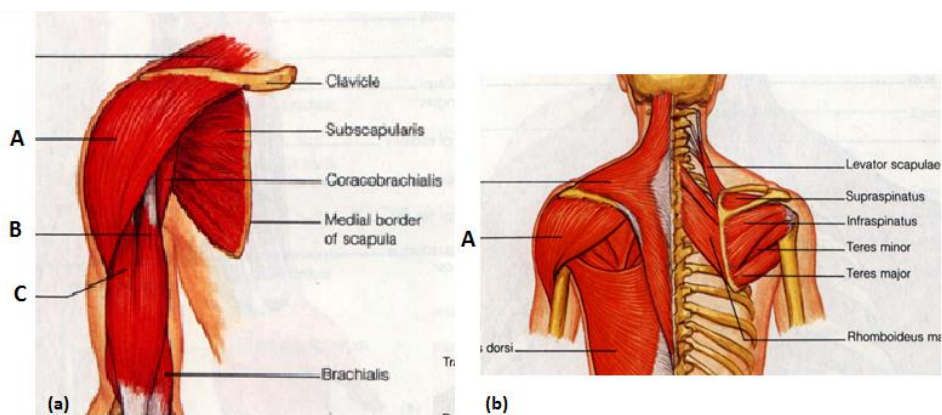


Figura I.1. Mușchii centurii scapulothoracice

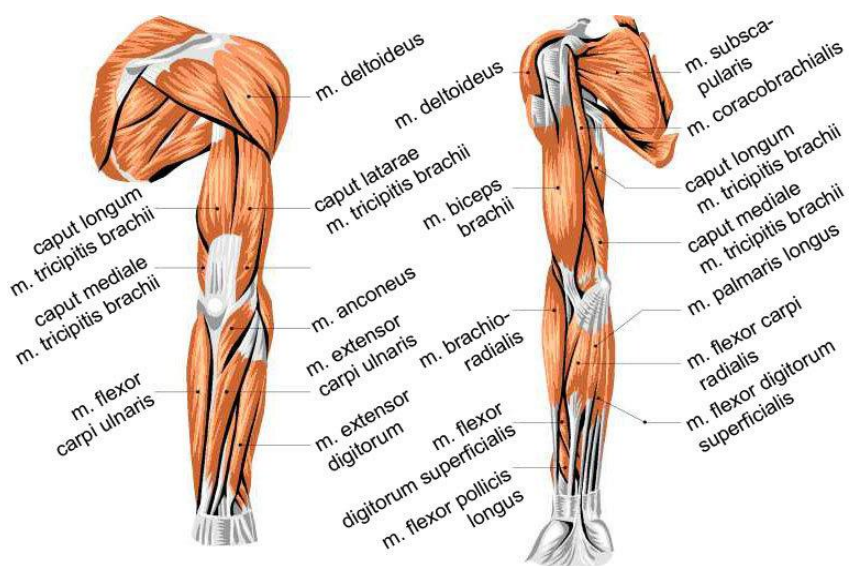


Figura I.2. Mușchii membrului superior liber

Implicarea diferitelor elemente ale ansamblului nu este secvențială, ci simultană.

Complexul articular al umărului are nevoie, pentru funcționarea sa, de 19 mușchi dintr-un total de 54 de mușchi pentru întregul membru superior. Acești 19 mușchi acționează sub forma a 25 de momente de rotație care asigură mișcarea și stabilitatea în toate cele 3 planuri ale spațiului. Participarea diferitelor articulații este de 50% articulația glenohumerală, 40% în articulația acromioclaviculară și 10% articulația sterno-costoclaviculară.

I.2. Aspecte anatomo funcționale ale membrului superior

I.2.1. Conexiunea musculară spino-scapulo-humerală

Membrul superior este aplicat pe scheletul axial de către centura scapulară împreună cu suprafețele de contact articulare discordante și reduse. Pentru a asigura o stabilitate mai bună, este esențial să existe mijloace de conexiune complementare. Aceste elemente de conexiune extra-articulare sunt de ordin muscular și se dispun sub forma unei piramide trunchiate cu baza axială medială spinală și capătul lateral axilar.

Pereții acestei piramide se află în mușchii deltozi anteriori, mușchii trapezi și romboizi, pectoralul mare, mușchiul supraspinos și ridicător al scapulei, dar și mușchiul mare dorsal. Acești mușchi oferă fixarea omoplatului permițând acționarea articulației scapulohumerale care se mișcă pe o bază relativ stabilă (Crockett și colab., 2002).

Mișcările umărului sunt dependente de mușchii repartizați pentru realizarea unei mișcări. Aceste acțiuni musculare iau în considerare, pe de o parte, nivelul articulației umărului, iar de cealaltă parte, nivelul centurii scapulare. Pentru a realiza atât o stabilitate bună cât și mobilitate mare, există 25 de cupluri musculare care vor acționa succesiv la nivelul articulațiilor scapulo-humerale, acromioclaviculare, sternoclaviculare și la spațiul de alunecare scapulotoracic.

Astfel, se disting cinci grupuri de mușchi suspensori, mușchi coborâtori, adductori, rotatori interni și rotatori externi, de retropulsie și de antepulsie. Mușchii suspensori (ridicători) se disting în suspensori ai humerusului, împreună cu corabrahialul, cu capul lung al bicepsului, capul lung al tricepsului, deltoidul și în suspensori ai scapulei și claviculei cu ridicătorul scapulei, trapezul superior, romboidul și omohioidianul. Mușchii coborâtori îi includ pe cei ai scapulei împreună cu trapezul inferior, mușchiul pectoral mic, clavicula cu subclavicularul și cei ai humerusului, cu coborâtorii: scurți supraspinos, infraspinos, subscapular, mușchiul rotund mare și coborâtorii lungi: mușchiul pectoral mare, mușchiul dorsal mare, capul lung al bicepsului. Mușchii adductori ai brațului sunt: pectoral mare, dorsal mare, rotund mare, iar ai omoplatului: mușchiul trapez mijlociu, romboid. Mușchii rotatori interni sunt: coracobrahial, deltoid anterior, pectoral, iar ai omoplatului: deltoid anterior. Cei retropulsori sunt: pectoral mare, dorsal mare, rotund mare, iar ai omoplatului: deltoid anterior și pectoral mic.

Mușchii rotatori externi sunt: mușchiul rotund mic, infraspinos, iar ai scapulei: romboid și trapez. Mușchii anteductori sunt: coracobrahial, deltoid anterior, pectoral, iar ai omoplatului: deltoid anterior. Cei retroductori sunt: rotund mic, rotund mare, deltoid posterior, dorsal mare, iar ai omoplatului: romboid și trapez (Drakos, 2009).

1.2.2. Globalitatea funcțională

Funcționarea umărului se bazează pe o acțiune globală a trei complexe osoase, articulare și musculare. Mișcarea de circumducție este rezultatul mai multor deplasări în cele trei planuri din spațiu: în planul frontal: abducția-adducția, în plan sagital: flexia-extensia și în plan orizontal: rotație internă și externă.