

METODE DE CAPTURĂ ȘI ANALIZĂ A DATELOR ÎN BIOMECHANICĂ

Mircea Mihălcică

Melania Cristea



**EDITURA
UNIVERSITĂȚII
TRANSILVANIA
DIN BRAȘOV**

- 2023 -

CUPRINS

INTRODUCERE

CAPITOLUL 1 4

Analiza mișcărilor umane: domenii de interes, obiective și piedici

CAPITOLUL 2 7

Analiza mișcărilor umane în sport

CAPITOLUL 3 13

Analiza mișcărilor umane în medicină

CAPITOLUL 4 21

Analiza mișcărilor umane în cazul muzicienilor

METODE ȘI TEHNICI DE CAPTURĂ A MIȘCĂRILOR

CAPITOLUL 5 23

Captura mișcării – mijloace și metode

CAPITOLUL 6 26

Sisteme de captură a mișcării cu și fără markeri

APLICAȚII SOFTWARE PENTRU ANALIZA MIȘCĂRILOR

CAPITOLUL 7 32

Urmărirea markerilor

CAPITOLUL 8 37

Analiza datelor experimentale

ANALIZA MIȘCĂRILOR ÎN DIFERITE DOMENII

CAPITOLUL 9 43

Recuperarea funcțiilor motrice ale unei persoane

CAPITOLUL 10	63
<i>Analiza mersului și alergării pe banda de fitness pe grupe de vârstă</i>	
CAPITOLUL 11	101
<i>Identificarea unei persoane dintr-un grup folosind analiza mersului</i>	
CAPITOLUL 12	129
<i>Analiza mișcărilor violoniștilor în timpul parcurgerii unui fragment muzical</i>	
BIBLIOGRAFIE	167

INTRODUCERE

CAPITOLUL 1

Analiza mișcărilor umane: domenii de interes, obiective și piedici

Analiza mișcării umane reprezintă o preocupare a științei începând din antichitate până în cele mai noi timpuri. Complexitatea organismului uman a făcut ca, în pofida interesului semnificativ pentru domeniul biomecanicii, doar o destul de mică parte a funcționării acestuia să fie dezvăluită. Sigur, există modele care analizează și simulează mișcarea umană în ansamblu, rezultatele sunt foarte vizibile în ziua de azi în cadrul celor mai noi jocuri video sau a filmelor de animație.

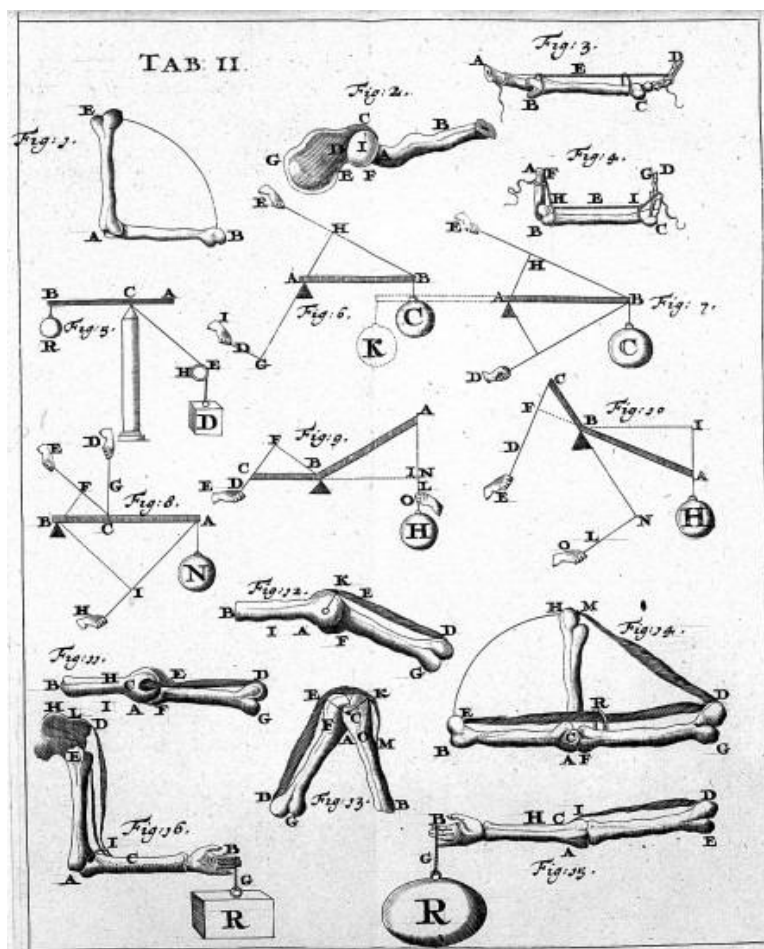


Figura 1.1. Pagină din una dintre primele cărți de biomecanică din lume, „De Motu Animalium”, de Giovanni Alfonso Borelli (CC BY 4.0 Wellcome Library, London. Wellcome Images)

De asemenea, domenii precum sportul sau medicina au beneficiat din plin de descoperirile din cadrul biomecanicii, drept dovadă fiind creșterea eficienței metodelor de recuperare în urma accidentelor, performanțele din ce în ce mai bune ale sportivilor. Pe de altă parte însă, atunci când se intră în detaliu, complexitatea mișcărilor umane și a interacțiunilor om-mediu crește într-o asemenea măsură încât o analiză complexă și completă a unui gest foarte simplu, de exemplu ridicarea unei persoane de pe scaun, ar reprezenta o lucrare revoluționară în domeniu.



Figura 1.2. Poziția corpului uman după o lovitură la golf – Henry Cotton, 1931

Explozia tehnologică din ultimii ani a avut atât consecințe pozitive cât și negative asupra domeniului analizei mișcărilor umane. Din punct de vedere al metodelor de lucru s-au înregistrat progrese remarcabile, în special odată cu apariția sistemelor tot mai performante de culegere a datelor experimentale specifice mișcării unei persoane. Toate aceste aspecte au dus la îmbunătățiri serioase în domeniul sportului și medicinei (în special medicina sportivă și medicina de recuperare). Pe de altă parte însă, în multe situații specifice, atât sportul, cât și medicina (prin reprezentanții lor - cluburi sportive, centre medicale, persoane implicate) au avut de suferit. Acest lucru este datorat costurilor și restricțiilor cu care astfel de sisteme profesionale de analiză a mișcării umane sunt asociate. În primul rând, costurile, ce pot ajunge la sute de mii de euro pentru un sistem profesional de analiză a mișcărilor umane și implementarea lui, acționează ca o primă barieră la nivelul centrelor ce formează sportivi (copii și juniori, amatori etc.) în sport sau centrelor de recuperare mai puțin potente financiar, în medicină. Aceste centre, prin natura lor, nu dispun de puterea financiară necesară pentru a realiza investiții de un asemenea nivel, automat creându-se în sport o distanță și mai mare între profesionist și începător sau amator. În medicină, la o oarecare scală, se propagă sindromul comun și cunoscut tuturor în ziua de azi, al diferenței uriașe dintre spitalele private, cu aparatură de ultimă oră dar cu prețuri exorbitante, intangibile pentru marea masă a populației, și instituțiile „obișnuite” din sistemul sanitar. Fără investiții masive, sportivilor și bolnavilor li se limitează accesul la o pregătire sau recuperare serioasă, fundamentată științific. Pe de altă parte, aceste sisteme profesionale necesită spații amenajate special pentru a putea fi implementate, de obicei laboratoare.

Atât în medicină cât și în sport există situații în care spațiul unui laborator obișnuit nu satisface nevoile probei sportive sau exercițiului de recuperare. Din acest punct de vedere, probe atletice de genul săriturii în lungime, înălțime, alergării la garduri, triplu salt sau analize din cadrul procesului de recuperare de genul urcatului

scărilor de către un pacient care se află în recuperarea funcțiilor motrice sunt aproape imposibil de realizat.

În concluzie, pentru a se acoperi într-o oarecare măsură lipsurile prezentate mai sus, existența unor modele și a unor sisteme de analiză a mișcărilor umane ieftine și portabile ar fi mai mult decât binevenită.

Modificarea mișcării corpului uman în vederea obținerii unor efecte pozitive este specifică mai multor domenii, cele ce beneficiază cel mai mult de pe urma acestei tehnici fiind sportul și medicina (cu predilecție medicina de recuperare).

Din punct de vedere al analizei mișcării umane în sport, problema care se ridică este de a determina dacă și în ce măsură sunt influențate performanțele sportivilor în cazul în care se folosesc elemente și metode de optimizare specifice identificării mișcării.

Din punct de vedere al analizei mișcării umane în medicină, problema care se ridică este de a determina metode orientate în mod specific către pacient, pe baza analizei mișcărilor umane. Fiecare situație reprezintă (sau ar trebui să reprezinte) un caz unic din punct de vedere medical, iar tratamentul ar trebui să fie, în mod ideal, unul specific, orientat către fiecare caz în parte.

CAPITOLUL 2

Analiza mișcărilor umane în sport

Ideea de la care se pleacă în acest domeniu este că, odată ce rezultatele și efectele mișcărilor unui sportiv în timpul execuției unei probe sau a unui procedeu sunt identificate și analizate, ele pot fi îmbunătățite prin intermediul modificării mișcării. Acest lucru este foarte ușor vizibil în atletismul din zilele noastre, în special în probele tehnice.

Dacă analizăm de exemplu proba săriturii în înălțime, vom putea identifica un set de mișcări ce par „nenaturale”. Acestea sunt obținute de specialiști în urma

analizei mișcării, cu scopul creșterii performanțelor atleților ce participă la respectiva probă sportivă. Dacă se urmăresc imagini și înregistrări mai vechi ale acestei probe, se va observa că inițial săritura în înălțime avea un cu totul alt model al mișcării. Performanța din 1928 la proba săriturii în înălțime feminin a fost de 1,59 metri. Dacă ținem cont de faptul că recordul mondial din zilele noastre este de 2,09 metri iar performanțele de peste 2 metri sunt ceva destul de obișnuit la competițiile majore, ar rezulta un câștig de 50 cm. E drept, există mai mulți factori care influențează sportul de performanță, pornind de la condițiile de antrenament, dietă ș.a.m.d. dar saltul uriaș de performanță în acest caz se datorează în special îmbunătățirii metodei.



Figura 1.3. Ethel Catherwood, efectuând săritura în înălțime în stilul „foarfece”, la Jocurile Olimpice de Vară din 1928 – performanța de 1,59 m



Figura 1.4. Săritura în înălțime în stil „modern” (fotograf: Randy Fath <https://unsplash.com/photos/icPQQ0r5CYU>)

Esențial pentru această probă este numele unui atlet american, Dick Fosbury, care a „inventat” stilul de a sări cu rotația „pe spate”, stil pe care l-a văzut oricine s-a uitat la o competiție modernă de atletism ce include săritura în înălțime.

Pentru a nu raporta totul doar la proba săriturii în înălțime, unde mișcarea sportivilor s-a modificat în mod radical, se va alege una din probele de alergare de

viteză, cea cu săritură peste garduri. Concluziile cercetării acestei probe din punct de vedere al identificării mișcării sunt:

- există posibilități de îmbunătățire a performanțelor sportive ale alergătorului de garduri, legate în special de tehnica trecerii peste gard, care trebuie să se realizeze cât mai lin, cu o perturbare cât mai mică a alergării și cu o aterizare care să permită o continuare imediată a probei (gardul să nu fie dărâmat, sportivul să nu se împiedice / încurce în alergare). Pentru aceasta trebuie ca antrenamentul să fie dedicat și pentru îmbunătățirea continuă a trecerii peste gard;

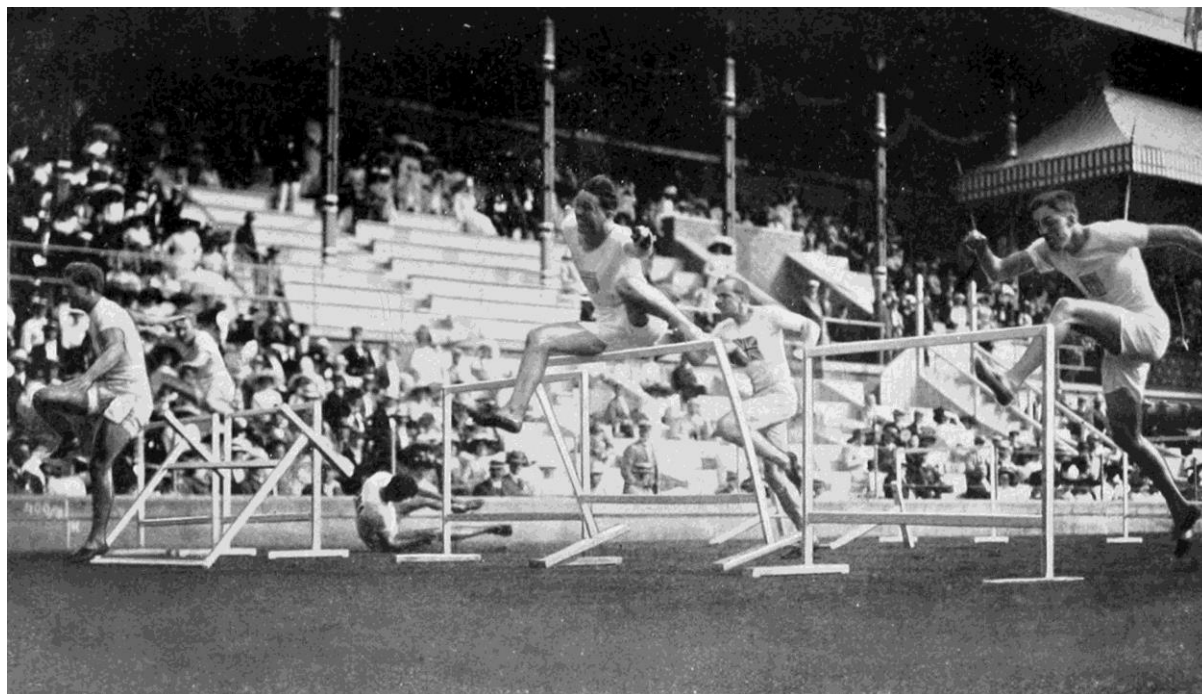


Figura 1.5. Finala la 110 metri garduri, Olimpiada de Vară, 1912

- calitatea performanței este dată și de constituția anatomico-morfologică a alergătorului la proba de garduri, astfel încât se pot face recomandări privind constituția optimă a alergătorului. Principala cerință este legată de înălțime, un atlet scund trebuind să deponă un efort sporit pentru a trece gardul, ceea ce va duce la o întârziere în reluarea cursei, deci și la performanțe scăzute;