

Objective Assessment of Functional Hand Recovery Through Biomechanical and Kinematic Methods

***Marius Turnea¹, Mariana Rotariu^{1,2}, Iustina Condurache¹, Cezar Mucileanu¹, Andrei Gheorghita¹,
Irina Duduca^{1,2}***

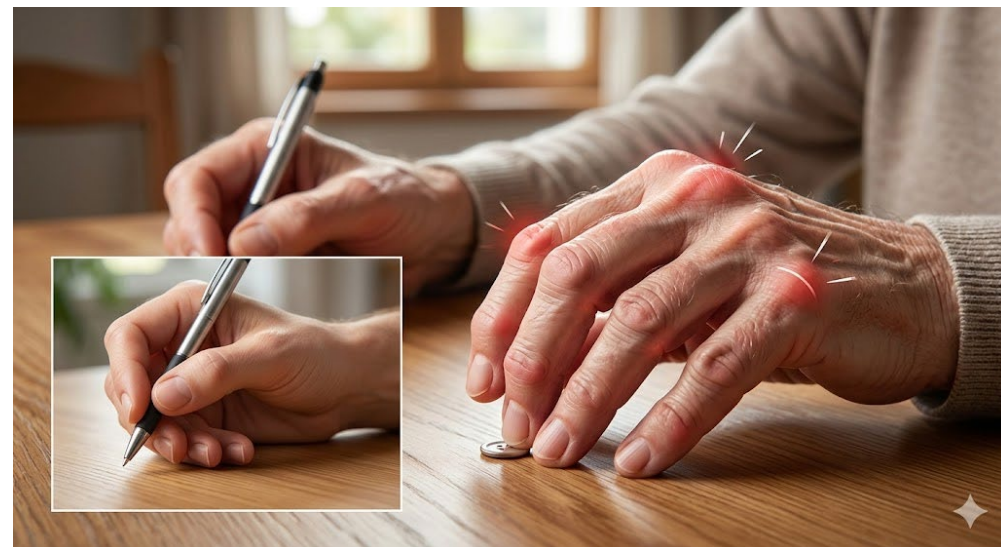
1 Grigore T. Popa University of Medicine and Pharmacy Iasi

2 Faculty of Machines Manufacturing and Industrial Management, “Gheorghe Asachi” Technical University of Iasi, 700050 Iasi, Romania

Introducere

Artrita reumatoidă determină modificări progresive ale biomecanicii mâinii, afectând **coordonarea** dintre segmentele articulare a degetelor.

În timp, pacientul dezvoltă **mecanisme compensatorii** pentru a menține funcția, însă acestea duc la **dezechilibre** și la **scăderea performanței funcționale**.



Motivație și scop

Evaluarea Clasică:

- Goniometrie
- Teste funcționale

Limitări:

- Valori izolate
- Nu surprinde coordonarea segmentelor articulare

Studiul își propune cuantificarea evoluției funcționale a mâinii utilizând o abordare integrată bazată pe modelare cinematică și analiză statistică, pentru a obține o evaluare obiectivă a procesului de recuperare

Metodologie

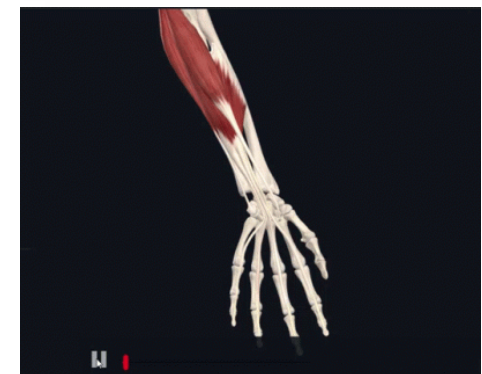
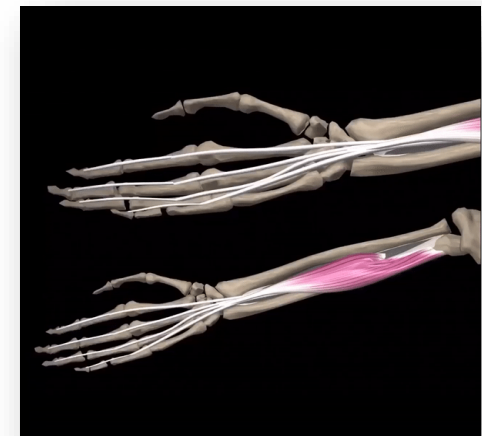
A fost realizat un studiu pe un pacient diagnosticat cu **artrită reumatoidă**, cu scopul de a monitoriza **evoluția funcțională** a mâinii în cadrul unui program de recuperare.

Evaluările au fost efectuate în trei momente distincte:

- ✓ **Inițial** – înainte de începerea programului kinetic
- ✓ La mijlocul programului kinetic
- ✓ **Final** – pentru a surprinde dinamica procesului de recuperare

Mișcarea analizată a fost **flexia-extensia** degetului index, considerată relevantă din punct de vedere funcțional pentru **activitățile zilnice** și pentru **evaluarea controlului motor fin**.

Datele de mișcare au fost înregistrate utilizând un sistem bazat pe **senzori inerțiali**, care permite captarea precisă a variațiilor amplitudinii articulare.



Analiza statistică

1. Media (μ)

- Valoarea medie a unghiului articular pe durata mișcării
- Reflectă poziția funcțională dominantă

Relevanță:

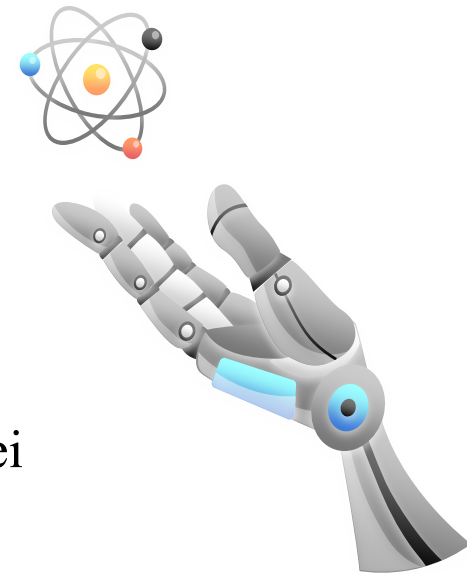
- Indică nivelul global de mobilitate
- Indică dacă articulația prezintă limitări în efectuarea mișcărilor fiziologice

Pentru fizioterapeut:

- Oferă o imagine rapidă asupra gradului de rigiditate și a poziției dominante a articulației

Exemplu:

- μ mare (DIP) $\rightarrow$ compensare distală
- μ scade $\rightarrow$ recuperare funcțională



Analiza statistică

2. Deviația standard (σ)

- Variabilitatea mișcării în jurul mediei (μ)
- Cât de „dispersate” valorile

Relevanță:

- Reflectă controlul motor
- Diferențiază o mișcare rigidă (σ mic) de o mișcare instabilă sau în adaptare (σ mare)

Pentru fizioterapeut:

- Ajută la evaluarea stabilității mișcării și a coordonării neuromusculare

Exemplu:

- σ foarte mic $\rightarrow$ rigiditate sau blocaj
- σ moderat $\rightarrow$ control bun
- σ mare $\rightarrow$ instabilitate sau fază de adaptare



Analiza statistică

3. Valorile minime și maxime

- Limitele reale ale mișcării atinse de pacient în timpul măsurătorilor

Relevanță:

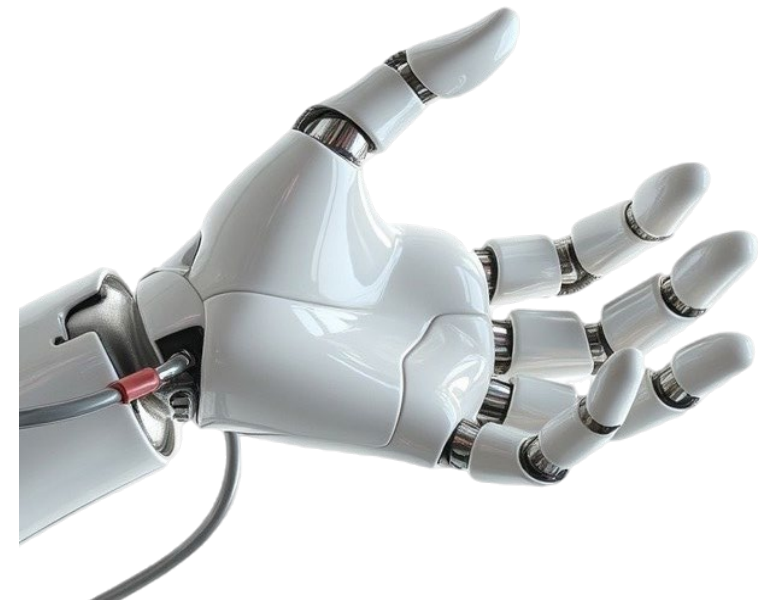
- Indică capacitatea reală de flexie și extensie maximă
- Evidențiază restricțiile articulare

Pentru fizioterapeut:

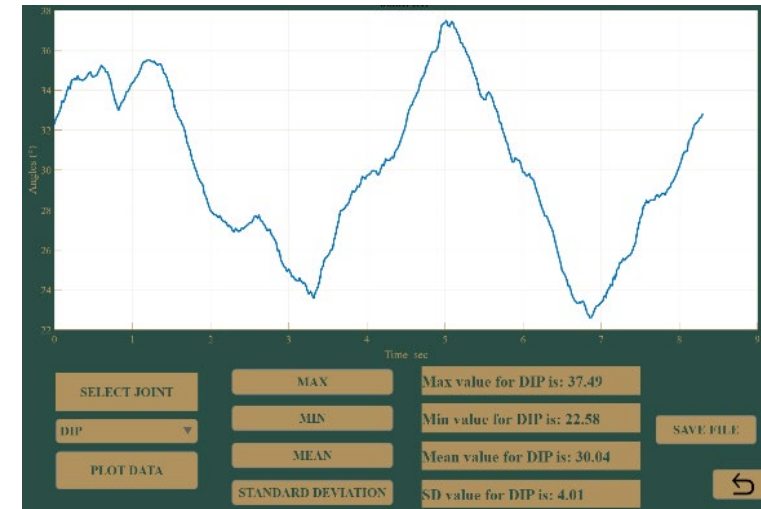
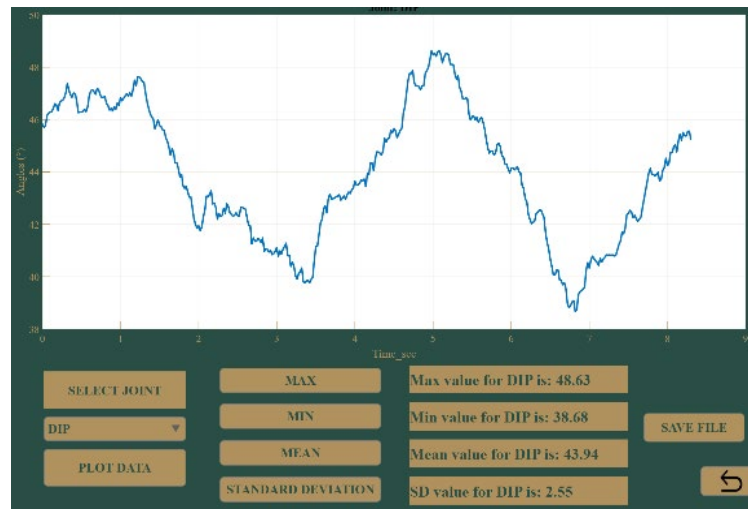
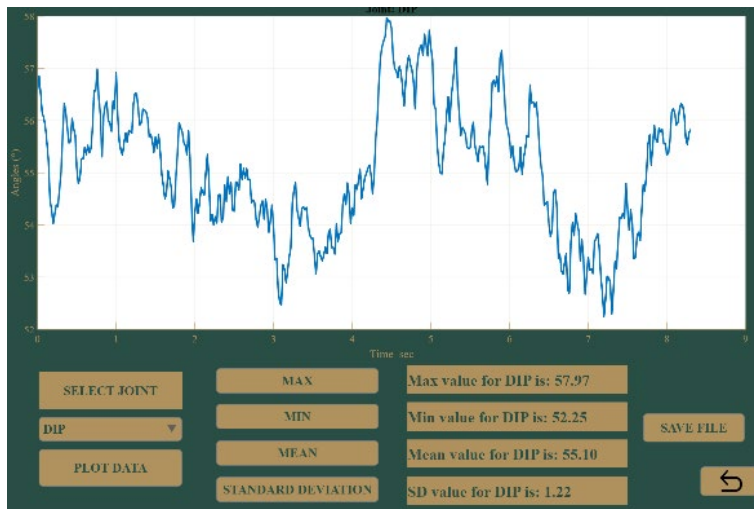
- Permit identificarea limitărilor biomecanice

Exemplu:

- Extensia nu poate fi realizată → limitare articulară
- Crește gradul de flexie → progres funcțional



Rezultate - DIP



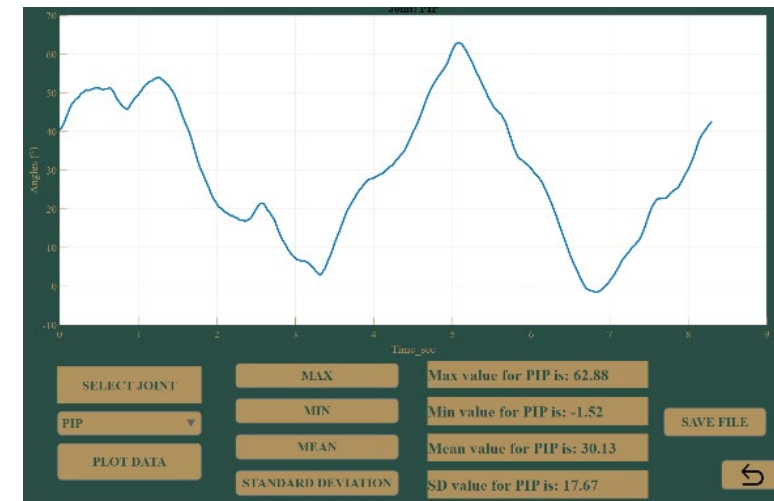
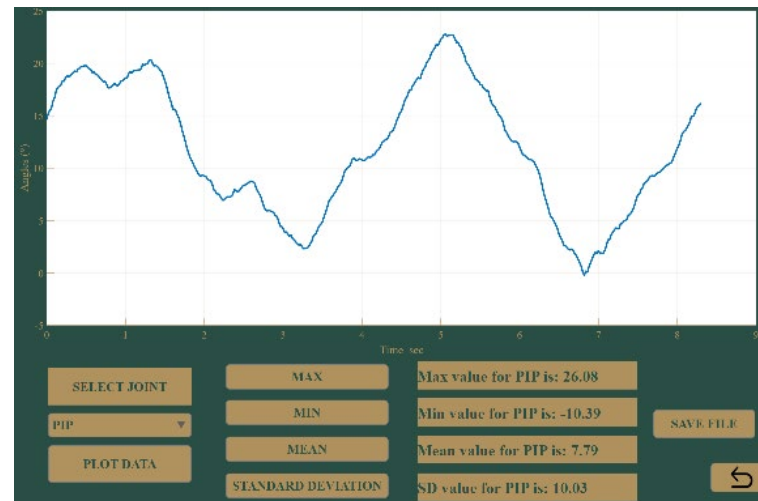
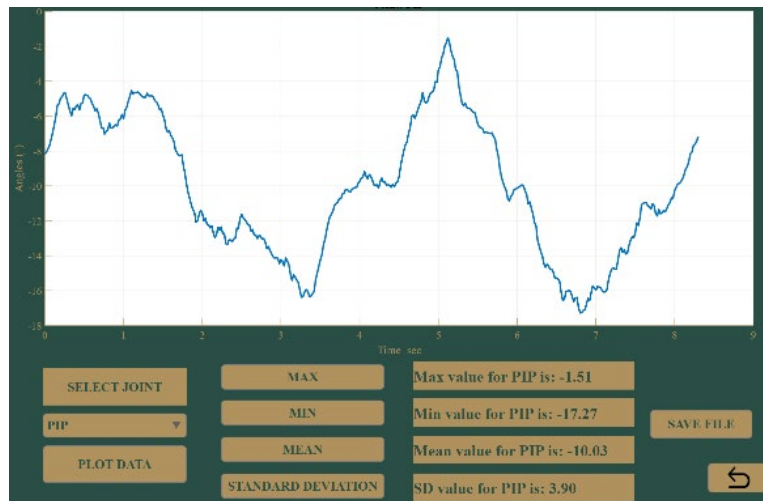
La nivelul articulației DIP se observă o **scădere progresivă a valorii medii**, asociată cu o **creștere a intervalului de mișcare**.

Acest tip de evoluție indică o tranziție de la o poziție rigidă, dominată de flexie, către un comportament mai dinamic și mai apropiat de cel fiziologic.

Creșterea deviației standard reflectă o explorare mai amplă a domeniului de mișcare, sugerând o **îmbunătățire a controlului motor**.

În același timp, **extinderea intervalului Min–Max** indică o recuperare a amplitudinii funcționale reale.

Rezultate - PIP

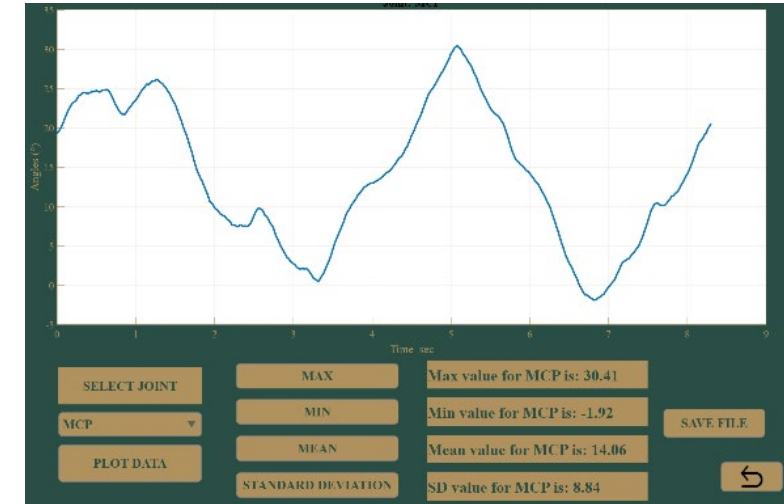
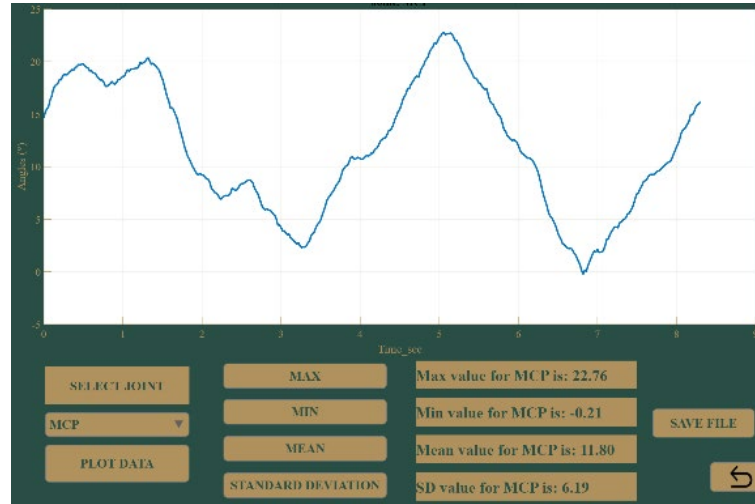
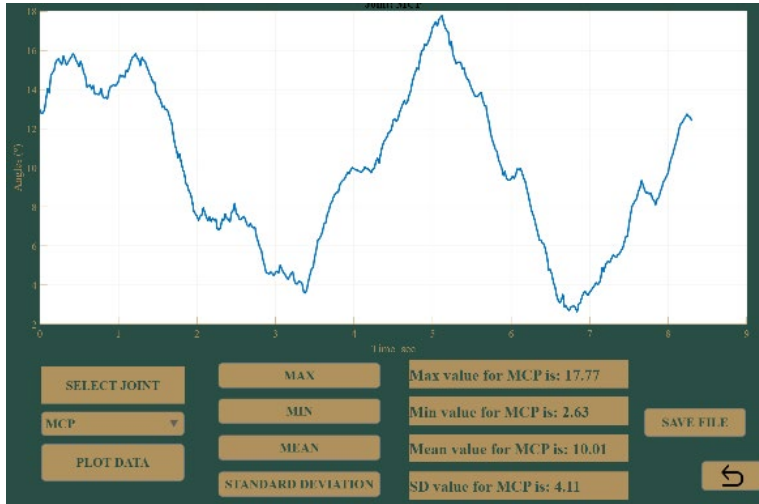


Articulația PIP prezintă o **tranziție** clară de la un comportament patologic, caracterizat prin hiperextensie și instabilitate, către o poziție funcțională de flexie.

Creșterea semnificativă a intervalului de mișcare, împreună cu valorile crescute ale deviației standard, indică o fază de **reorganizare** și **adaptare neuromotorie**.

Această variabilitate crescută nu trebuie interpretată ca instabilitate patologică, ci ca un indicator al procesului de recuperare, în care articulația își recapătă rolul de **element de transfer** și **stabilizare în lanțul cinematic**.

Rezultate - MCP



La nivelul articulației MCP se observă o **creștere progresivă a valorii medii** și a **intervalului de mișcare**, indicând o implicare tot mai activă în generarea mișcării.

Această evoluție reflectă o **reactivare a componentelor proximale ale lanțului cinematic**, cu transferul unei părți din sarcina biomecanică de la articulațiile distale către cele proximale.

Creșterea amplitudinii și a variabilității sugerează nu doar o îmbunătățire a **mobilității**, ci și o **participare mai eficientă a MCP în coordonarea mișcării globale**.

Concluzii

Rezultatele obținute arată că recuperarea funcțională nu poate fi redusă doar la creșterea amplitudinii articulare. Analiza statistică evidențiază faptul că, pe parcursul recuperării, are loc o modificare a distribuției mișcării, ceea ce reflectă o reorganizare funcțională a lanțului articular.

Din punct de vedere biomecanic, observăm o reducere a mecanismelor compensatorii distale, o stabilizare la nivel intermediar și o implicare crescută a segmentelor proximale, ceea ce conduce la o mișcare mai eficientă.

Din perspectivă clinică, aceste rezultate demonstrează că analiza statistică poate deveni un instrument valoros pentru fizioterapeut, permițând o evaluare obiectivă a progresului și o adaptare mai precisă a intervenției terapeutice.”

Vă mulțumim pentru atenție!

Disclosure statement

**I have no actual or potential conflict of interest in relation
to this program/presentation.**