

# ORTEZĂ INTELIGENTĂ UTILIZATĂ ÎN REABILITAREA ARTICULAȚIEI COXOFEMURALE

Daniela GOLDAN

Departamentul de Științe Biomedicale, Facultatea de Bioinginerie Medicală,  
Universitatea de Medicină și Farmacie GRIGORE T POPA, Iași, România

\*Corresponding author: Daniela GOLDAN, [goldandaniela10@gmail.com](mailto:goldandaniela10@gmail.com)

**Abstract.** Articulația șoldului unește cavitatea pelviană de capul femural și reprezintă una dintre principalele componente anatomice responsabile de mobilitatea întregului corp. Scopul acestei lucrări este de a concepe și crea un dispozitiv medical, ce ar putea fi utilizat în clinicile de recuperare, în monitorizarea articulației coxofemorale în situații patologice. Conceptul nostrum prezintă un dispozitiv tip orteză, foarte ușor de utilizat, ce poate fi folosit în timpul programelor de recuperare, pentru evaluare gradului de mobilitate a pacientului, în activități de tip flexie-extensie, abducție-adducție și rotație internă sau externă. Informațiile sunt captate cu ajutorul senzorilor și vor fi procesate de către un microcontroller de la nivelul platformei de dezvoltare Arduino Uno. Ansamblul are încorporat un sistem de atenționare în cazul în care activitatea articulației coxofemorale nu se încadrează în limitele standard, urmând ca informațiile să fie afișate la nivelul unui ecran.

**Cuvinte cheie:** monitorizare, reabilitare, articulație coxofemurală, senzori inteligenți.

## Introducere

Articulația șoldului este o articulație sferică multiaxială care are stabilitate maximă datorită inserției profunde a capului femural în acetabul. Articulația are o capsulă, completată de mușchi foarte puternici care controlează acțiunile de mobilitate. Acetabulul se formează prin fuziunea a ilionului, ischionului și pubisului, numite în ansamblu, pelvis. Dacă acesta prezintă patologie, leziunea este imediat percepută în timpul mersului [1].

În timpul mersului, 40% din puterea produsă este generată la nivelul șoldului în faza pre-swing. Această putere este generată în momentul de flexie a șoldului, moment în care se produce deplasarea corpului, produsă de flexorii șoldului, în principal de muschiul iliopsoas, dar și de pectineu, adductor lung și drept femoral [2].

## Patologie și incidență

Patologia șoldului afectează în principal articulația șoldului, afectând mișcarea coapsei și capacitatea de a susține greutatea corpului. În multe cazuri, aceste tulburări pot provoca durere, discomfort, afectarea mersului [3].

Displazia reprezintă o anomalie de dezvoltare și cuprinde un spectru larg al problemelor șoldului. Ea include displazia de cotil și displazia femurală proximală. Displazia de dezvoltare a șoldului are o frecvență de 2%-5% cu tendință spre creștere [4]. Subluxațiile și luxațiile șoldului nerecunoscute și netratate conduc în mod inevitabil la degenerescență articulară precoce, în timp ce supratratamentul poate produce complicații iatrogenice, inclusiv necroza avasculară a capului femoral [5, 6]. Displazia acetabulară după tratament, se consideră a fi un status pseudo-normal al copilăriei, care conduce la osteoartrită secundară la adultul tânăr, cu o prevalență a osteoartritei în cadrul acestei populații între 43% și 50%, până la vârsta de 50 de ani [7].

Accidentul vascular cerebral, reprezintă cauza principală de handicap la adult și duce la deficiență de mobilitate și mers. Aproximativ o treime dintre pacienți cu AVC ce supraviețuiesc chiar și la 5 ani după eveniment, prezintă o mobilitate redusă sever [2].

### Obiective și utilitate

Dispozitivul conceput de noi are drept scop principal monitorizarea articulației coxofemorale și poate fi utilizat în cazul persoanelor cu displazie de șold, coxartroza, luxație de șold, pentru perioada de recuperare în urma implantării unei proteze de șold sau recuperarea după un AVC. Această orteză, datorită modelului elastic, reduce durerile, oferă suport, susținere și ajută în îndeplinirea funcției de mobilitate a articulației. Dispozitivul tip orteză va înregistra activitatea motorie la nivelul articulației șoldului, în condiții patologice, cu ajutorul unui accelerometru pe 3 axe și a unui senzor rezistiv.

În cursul solicitărilor, femurul este comprimat între cavitatea cotiloidă a bazinului și platourile tibiale. Linia de acțiune a acestei compresiuni poartă numele de axă mecanică și se definește ca linia ce unește centrul capului femural cu centrul genunchiului. Axa mecanică face cu axa diafizei un unghi de 6-9°. Femurul, în timpul mersului este supus unei solicitări compuse de compresiune și încovoiere. Cuplul psoasul iliac-fesierul mijlociu realizează un echilibru de forțe și determină o reacție articulară, care se adaugă aceleia a greutateii însăși a corpului [8].

### Principiu de funcționare

Accelerometrul și senzorul rezistiv sunt atașați la nivelul unei orteze elastice [9] și se fixează în zona ce cuprinde fosa iliacă, articulația coxofemurală și porțiunea superioară a femurului. Sensorii sunt poziționați la nivelul centurii pelviene și sunt controlați cu ajutorul plăcii de dezvoltare Arduino [10].



Figura 1. Aspectul ortezei utilizate in rehabilitarea articulatie soldului

Calibrarea se realizează la începutul ședinței de recuperare cu pacientul aflându-se în ortostatism și decubit dorsal. Testele la nivel de laborator au cuprins și partea de calibrare unde am folosit un goniometru clasic pentru unghiurile de 30°, 45° și 90°. Accelerometru pe 3 axe este utilizat pentru a afla exact poziția spațială a membrului inferior în timpul mișcărilor și se face corelația cu unghiul, pentru a ști dacă mișcarea articulară este realizată în mod corect. Accelerometru ADXL335 este unul dintre cele mai simple de utilizat accelerometre pe 3 axe. Este un accelerometru analogic, ceea ce înseamnă că informația este transmisă către placa de procesare sub forma unui semnal analogic a cărui tensiune variază direct proporțional cu accelerația. ADXL335 poate măsura de trei ori mai mult decât accelerația gravitațională obișnuită [11, 12].

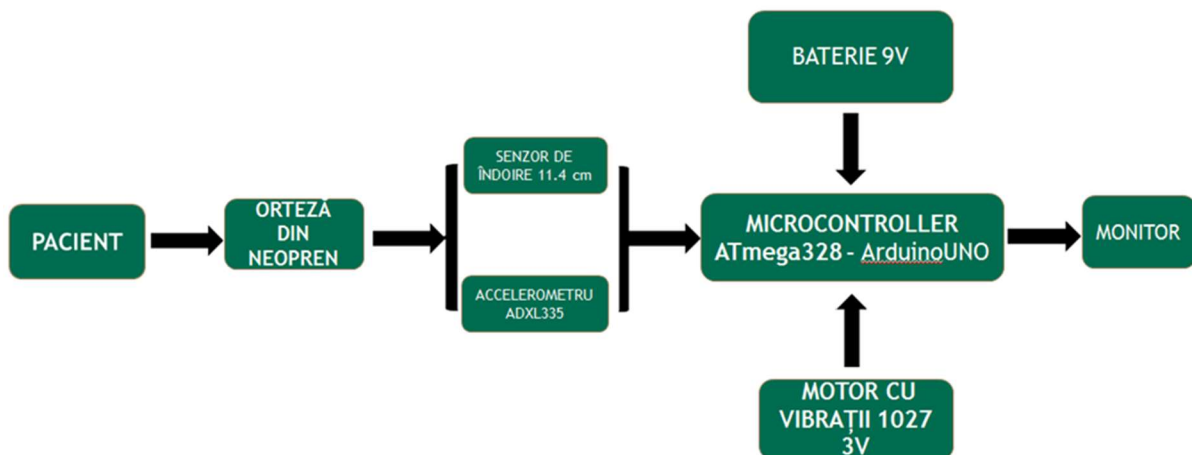


Figura 2. Schema bloc a dispozitivului

Datele preluate de către senzori sunt înregistrate și procesate de către microcontrollerul ATmega328 de la nivelul plăcii de dezvoltare Arduino UNO. Procesarea de la nivelul microcontrollerului include și programarea acestuia de a detecta unghiurile care nu se încadrează în valoarea normală, astfel le va semnala ca “patologic” și va atenționa pacientul prin vibrații și kinetoterapeutul printr-un semnal sonor.

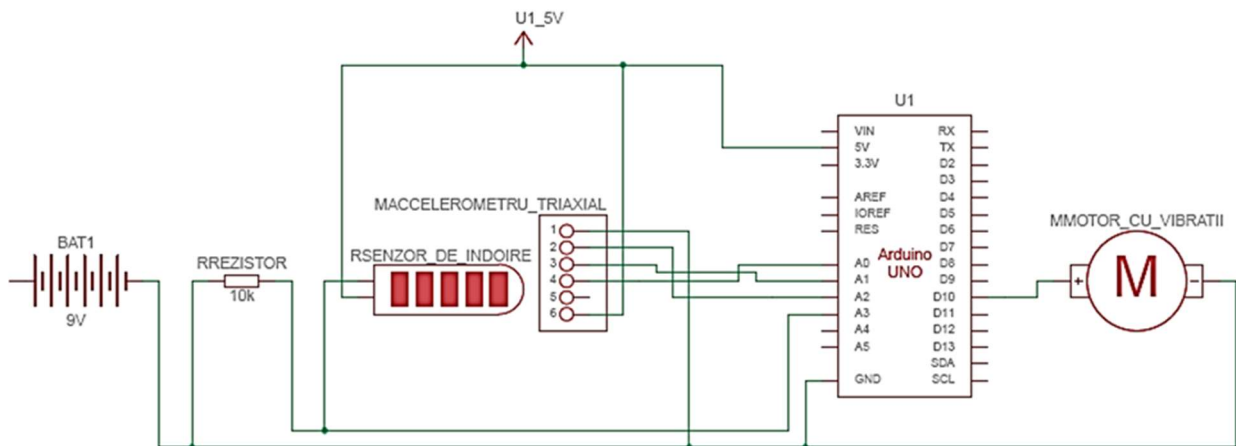


Figure 3. Schema electrică a dispozitivului

Alimentarea sistemului se face prin conectarea la o baterie cu voltajul de 9V, iar vizualizarea procesului de monitorizare în timpul recuperării medicale se efectuează prin intermediul unui monitor.

Cu ajutorul dispozitivului medical inteligent se poate observa evoluția în timp a procesului de recuperare de la nivelul șoldului, ajutând pacientul să efectueze corect mișcările și durerea resimțită de acesta să fie diminuată. Prin determinarea evoluției în timp se pot face estimări ale timpului de recuperare pe grupe de vârstă, pe stări patologice și în funcție de sex.

### Concluzii

Monitorizarea pacienților cu patologii coxofemorale, atât în timpul kineto/fizioterapiei, cât și post-chirurgical reprezintă un factor cheie pentru evitarea apariției unei regresii. Orteza concepută în cadrul proiectului reprezintă un sistem ușor de utilizat, comod, ieftin ce poate fi utilizat în cadrul programelor de recuperare medicală.

**Mulțumiri.** Ținem să mulțumim colectivului de profesori coordonatori din cadrul Universității de Medicină și Farmacie GRIGORE T POPA Iași, Facultatea de Bioinginerie Medicală, format din As.Univ.Dr. LUCA Cătălina, Conf.Univ.Dr. CORCIOVĂ Călin și Bioing.Drd. FUIOR Robert.

### Bibliografie

1. HIP - Chapter 11. In: David J. Magee, Robert C. Manske, Orthopedic Physical Assessment, ed Seventh, 2020, pp. 765-868.
2. Stefano Carda, Marco Invernizzi, Gianluca Cognolato, Eugenio Piccoli, Alessio Baricich, Carlo Cisari. Efficacy of a Hip Flexion Assist Orthosis in Adults With Hemiparesis After Stroke. In: Technical Report, 2012, 92(5), pp. 734-739.
3. Ross M. Neuman, Staci M. Shearin, Karen J. McCain, Nicholas P. Fey. Biomechanical analysis of an unpowered hip flexion orthosis on individuals with and without multiple sclerosis. In: *Neuman et al. J NeuroEngineering Rehabil*, 2021, 18:104, pp. 2-3. <https://doi.org/10.1186/s12984-021-00891-7>
4. Moroz Petru, Sandrosean Argentina, Sandrosean Iurie. Malformația luxantă a șoldului la copil. In: Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științe Medicale, 2008, 2(16), ISSN 1857-0011, pp. 183-186.

5. Jie C. Nguyen, Scott R. Dorfman, Cynthia K. Rigsby, Ramesh S. Iyer, Adina L. Alazraki, Sudha A. Anupindi, Dianna M.E. Bardo, Brandon P. Brown, Sherwin S. Chan, Tushar Chandra, Matthew D. Garber, Michael M. Moore, Nirav K. Pandya, Narendra S. Shet, Alan Siegel, MS and Boaz Karmazyn. ACR Appropriateness Criteria Developmental Dysplasia of the Hip-Child. In: *Journal of the American College of Radiology*, 2019, 16, pp. S94-S103.
6. Bețișor Alexandru. Șold dureros la tânărul adult. In: *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științe Medicale*, 2015, 4(49), ISSN 1857-0011, pp. 90-92.
7. Gh. Burnei, Șt. Gavrilu, Ileana Georgescu, Raluca Tutunaru, Ecaterina Maria Japie. REMODELAREA ACETABULULUI ÎN LUXAȚIA CONGENITALĂ DE
8. ȘOLD DUPĂ REDUCEREA ORTOPEDICĂ [REMODELING OF THE ACETABULUM IN CONGENITAL HIP DISLOCATION AFTER ORTHOPEDIC REDUCTION]. In: *Arta Medica*, 2017, 2 (63), pp. 9-11.
9. Curs “ Biomecanica membrului inferior ” , Florin Munteanu, 2020-2021, semestrul 2, Biomecanică.
10. Specificațiile ortezei. [online]. [accesat în 26.02.2022]. Disponibil: <https://www.med-tehnica.ro/orteza-sold-neopren-stanga?vid=1853930>
11. Specificațiile platformei de dezvoltare. [online]. [accesat în 26.02.2022]. Disponibil: <https://www.robofun.ro/platforme-de-dezvoltare/arduino-uno-r3.html>
12. Specificațiile traductorului triaxial. [online]. [accesat în 26.02.2022]. Disponibil: <https://cleste.ro/modul-accelerometru-adx1335-cu-3-axe.html>
13. Specificațiile senzorului de îndoire. [online]. [accesat în 26.02.2022]. Disponibil: <https://www.robofun.ro/senzor-de-intoire-11-4-cm.html>