

PROTEZĂ MODULARĂ DE MEMBRU INFERIOR CU SISTEM DE SUSPENSIE PNEUMOTRONIC, CONTROLATĂ ȘI PERSONALIZATĂ

REZULTATE ETAPĂ III

CONTRACT NR. 1PTE / 2020

COD PROIECT PN-III-P2-2.1-PTE-2019-0484

ETAPA I CERCETARE INDUSTRIALĂ

Coordonator (CO) Activ Ortopedic SRL

Partener (P1) Universitatea Politehnica din București (U.P.B.)

1. Scopul proiectului

Proiectul își propune să ofere o soluție nouă, originală, de proteză modulară pentru membrul inferior la care suspensia va fi realizată cu un sistem pneumatronic de reglare și control al forței de presiune ce acționează asupra bontului pacientului.

Obiectivele specifice proiectului sunt:

- Fabricarea prototipului pentru proteza modulară de membru inferior cu un sistem inovativ de suspensie, adaptare și fixare a cupei, ce are ca scop creșterea eficienței acesteia, recuperarea mai avantajoasă a capacităților locomotorii a pacientului, activitate ce se încadrează în domeniul de sănătate - prioritate publică;
- Racordarea cercetărilor aplicative ale proprietăților materialelor utilizate pentru realizarea protezei, ale tehnologiilor de testare și validare a rezultatelor astfel obținute, pentru evoluția cerințelor mediului socio-economic național prin reducerea cheltuielilor agentului economic și a celor decontate de Casa Națională de Asigurări de Sănătate.
- Racordarea cercetărilor aplicative prin realizarea prototipului care va avea performanțe ridicate prin posibilitatea adaptării și fixării cupelor protezelor modulare, pentru orice tip de bont, inclusiv bontul fluctuant (volum oscilant) de la zi la noapte și / sau cu fluctuații de volum diurne, asigurând astfel stabilitatea mersului, independentă și confortul pacientului.
- Dezvoltarea parteneriatului dintre UPB și Activ Ortopedic SRL pentru realizarea unei pompe de aer silențioase, cu vibrații reduse și cu consum mic de energie și a unui sistem de reglare, programare și control al presiunii forme pernei de suspensie pneumatică, de fixare și ventilare a protezei.
- Dezvoltarea parteneriatului dintre UPB și Activ Ortopedic SRL în aplicarea tehnologiilor moderne, validate în laborator, pentru realizarea unui sistem de suspensie și fixare pneumatică a protezei modulare, pentru membrul inferior, adaptabil la parametrii antropometrici și biomecanici ai pacienților, care va putea fi utilizat și pentru derularea unor cercetări științifice în colaborare cu universități și spitale de specialitate, pentru dezvoltarea soluțiilor inovative de realizare a sistemelor de suspensie, adaptare și fixare și pentru alte tipuri de proteze și orteze pentru membre inferioare, superioare sau coloană vertebrală.
- Creșterea capacității de inovare a întreprinderii Activ Ortopedic SRL, crearea de noi tehnologii și produse ce pot fi implementate în producție și valorificarea acestora pe piața internă și pe piața externă.

2. Obiectivele specifice etapei III

Obiectivele specifice etapei III, intitulată **“Dezvoltare experimentală – validare prototip”** sunt realizarea de studii privind testarea și validarea fixării cupei pe suprafața bontului, realizarea prototipului protezei modulare cu suspensie pneumatronică personalizată și testarea și validarea produsului în condiții de funcționare reale și de laborator.

Obiectivele fiecărui partener în cadrul celei de a doua etape sunt:

CO – Activ Ortopedic SRL: studiul privind realizarea prototipului protezei modulare, a suspensiei pneumatronice, personalizate și testarea și validarea fixării cupei pe bont în condiții statice și dinamice reale de efectuare a pasului, respectând normele de siguranță și confort ale beneficiarului.

P1 – U.P.B.: studiul privind realizarea sistemului pneumatronic personalizat de producere, control și distribuție a aerului în pelotele gonflabile și testarea și validarea produsului în condiții de funcționare în laborator.

În vederea atingerii obiectivelor principale al prezentei etape s-a urmărit realizarea următoarelor activități specifice:

Activitatea 3.1. Testarea și validarea fixării cupei pe suprafața bontului – menținerea poziției cupei protetice pe bont în condiții statice și dinamice de efectuare a pasului, în condiții de siguranță și confort al beneficiarului.

Activitatea 3.2. Realizarea prototipului protezei modulare cu suspensie pneumatronică personalizată, testarea produsului în condiții de funcționare reale și de laborator.

Activitatea 3.3. Realizarea prototipului protezei modulare, a suspensiei pneumatronică personalizată, a sistemului de producere, control și distribuția aerului, testarea și validarea produsului în condiții de funcționare reale și de laborator.

Activitatea 3.4. Diseminare rezultate etapa III.

3. Rezumatul etapei III

În cadrul celei de a treia etape a proiectului ProSuCoP, denumit “*Dezvoltare experimentală – validare prototip*” s-au realizat activități specifice de cercetare, proiectare, realizare și dezvoltare a prototipului protezei modulare cu suspensie pneumatronică, controlată și personalizată. Testarea și validarea fixării cupei pe suprafața bontului, dar și evaluarea produsului în laborator și în condiții de funcționare reale a fost realizată prin intermediul mai multor metode și tehnici de evaluare.

CO (Activ Ortopedic)) a studiat și realizat prototipului protezei modulare, a suspensiei pneumatronice, personalizate și a efectuat testarea și validarea fixării cupei pe bont în condiții statice și dinamice reale de efectuare a pasului, respectând normele de siguranță și confort ale beneficiarului.

P1 (U.P.B.) a realizat un studiu detaliat privind realizarea sistemului pneumatronic personalizat de producere, control și distribuție a aerului în pelotele gonflabile și testarea și validarea produsului în condiții de funcționare în laborator.

Din analiza datelor obținute în urma testării și validării cupei protetice pe suprafața bontului se poate ajunge la concluzia că placa Arduino Mega este utilă pentru scopul propus, are un număr de pini digitali și analogici suficient pentru a putea comanda și controla sistemul realizat. Sistemul de senzori proiectat și utilizat a fost folosit cu succes pentru obținerea valorilor necesare pentru validarea sistemului propus și continuarea cercetărilor în acest domeniu. Sunt respectate toate valorile impuse de sistemul medical referitoare la forța maximă de apăsare asupra țesutului

epitelial, temperatură și umiditatea care apar în sistemul de suspensie al protezei de membru inferior. Intervalul de timp necesar acționării sistemului pneumatronic poate fi personalizat în funcție de particularitățile fizionomice ale fiecărui pacient, oferindu-i în final protezei modulare cu sistem de suspensie pneumatronic caracterul de produs personalizat și controlat.

Fabricarea prototipului pentru proteza modulară de membru inferior cu un sistem inovativ de suspensie, adaptare și fixare a cupei are ca scop creșterea eficienței acesteia și recuperarea mai avantajoasă a capacităților locomotorii a pacientului. Aceste aspecte au fost testate și validate prin mai multe metode și tehnici de evaluare, prezentate și descrise în prezentul studiu și pe care le reamintim: analiza condițiilor tehnice de execuție și realizare a prototipului protezei modulare cu suspensie pneumatronică personalizată; evaluare axării protezei modulare de membru inferior cu suspensie pneumatronică: teoretic, static și dinamic; analiza mersului prin intermediul echipamentelor specializate; interogarea amputatului prin completarea unui chestionar de evaluare și nu în ultimul rând evaluare confortului resimțit prin monitorizarea parametrilor vitali.

Proiectul poate fi îmbunătățit cu un sistem wireless de transmitere a datelor de presiune și umiditate, valorile forțelor în timp real, în regim static și dinamic, date importante pentru proiectarea cât mai eficientă, pe viitor, a cupelor protetice dar și în domeniul telemedicinii.

În cadrul acestei etape au fost abordate și realizate toate punctele prevăzute în planul de realizare a proiectului. Rezultatele obținute, care sunt prezentate în RST – în extenso, confirmă validitatea soluțiilor adoptate și faptul că proiectul este perfect realizabil în România din punct de vedere științific cât și tehnologic.

4. Diseminare rezultate etapa III

În urma activității desfășurate în cadrul proiectului ProSuCoP, Etapa III, s-au realizat următoarele:

A fost dezvoltat și updatat site-ul proiectului, accesibil prin principalele browser-e de căutare: Chrome, Firefox, Edge, Opera, și Safari. Site-ul este periodic actualizat și va prezenta publicului de specialitate evoluția proiectului și principalele realizări ale proiectului ProSuCoP. Link-ul de acces este: <https://activortopedic.wordpress.com/proiect-prosucop/>.

I. ARTICOLE ȘTIINȚIFICE

În cadrul celei de a treia etape, partea științifică a fost concretizată și prin realizarea următoarelor articole științifice:

1. *Mechatronic suspension system with dry air inflated network for lower limb prosthesis*, International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics, 2022, Indexat Scopus, Compendex, EBSCO, PROQuest, Status: *acceptat publicare*.

Autorii acestui articol fiind:

- *Alina Rodica Spanu* – Department of Mechatronics and Precision Engineering, University Politehnica of Bucharest, Splaiul Independentei 313, Bucharest, Romania.
- *Daniel Besnea* – Department of Mechatronics and Precision Engineering, University Politehnica of Bucharest, Splaiul Independentei 313, Bucharest, Romania

2. *Analysis of the network cell deformation used for the suspension of lower limb prosthesis*, International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics, 2022,. Indexat Scopus, Compendex, EBSCO, PROQuest, Status: *acceptat publicare*.

Autorii acestui articol fiind:

- *Alina Rodica Spanu* – Department of Mechatronics and Precision Engineering, University Politehnica of Bucharest, Splaiul Independentei 313, Bucharest, Romania.
- *Daniel Besnea* – Department of Mechatronics and Precision Engineering, University Politehnica of Bucharest, Splaiul Independentei 313, Bucharest, Romania

3. *Analysis of thin wall ceels made of Zhermack silicone rubber used for lower limb prosthesis*, The 10 International Conference on Advanced Concepts in Mechanical Engineering (ACME), 9-10 June 2022, Iasi Romania, Indexat ISI Web of Science, Scopus, EI Compendex, Status: *acceptat publicare*,

Autorii acestui articol fiind:

- *Alina Rodica Spanu* – Department of Mechatronics and Precision Engineering, University Politehnica of Bucharest, Splaiul Independentei 313, Bucharest, Romania.
- *Daniel Besnea* – Department of Mechatronics and Precision Engineering, University Politehnica of Bucharest, Splaiul Independentei 313, Bucharest, Romania.
- *Edgar Moraru* – Department of Mechatronics and Precision Engineering, University Politehnica of Bucharest, Splaiul Independentei 313, Bucharest, Romania

II. BREVETE DE INVENȚIE

1. Cerere de brevet numărul A/00046 din 07.03.2022 cu titlul: ***“Sistem de suspensie pneumatronic pentru proteza de membru inferior personalizată”***, având următorii inventatori:

- SPÂNU Alina Rodica, Universitatea Politehnica Bucuresti;
- BESNEA Daniel, Universitatea Politehnica Bucuresti;
- AVRAM Mihai, Universitatea Politehnica Bucuresti;
- COSTEA Mariana, Activ Ortopedic SRL;
- CHIRIAC Oana Andreea, Activ Ortopedic SRL;
- GHEBUȚĂ Florea, Activ Ortopedic SRL.

2. Cerere de brevet numărul A/00271 din 18.05.2022 cu titlul: ***“Sistem de reglare automată a presiunii în sistemul de pelote și ventilare la protezele de membru inferior personalizate”***, având următorii inventatori:

- SPÂNU Alina Rodica, Universitatea Politehnica Bucuresti;
- BESNEA Daniel, Universitatea Politehnica Bucuresti;
- AVRAM Mihai, Universitatea Politehnica Bucuresti;
- COSTEA Mariana, Activ Ortopedic SRL;
- CHIRIAC Oana Andreea, Activ Ortopedic SRL;
- GHEBUȚĂ Florea, Activ Ortopedic SRL.

III. SESIUNE DE INFORMARE STUDENȚEASCĂ

În data de 27 mai 2022 s-a organizat o sesiune de informare pentru studenții Facultății de Inginerie Medicală, din cadrul Universității Politehnica din București prin intermediul căreia s-au prezentat obiectivele generale ale proiectului dar și rezultatele obținute.

Mai jos se regăsesc imagini surprinse în timpul sesiunii de informare pentru studenți:





