

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2013 00170**

(22) Data de depozit: **25.02.2013**

(41) Data publicării cererii:
29.08.2014 BOPI nr. **8/2014**

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE
ASACHI" DIN IAȘI,
BD.PROF.D.MANGERON NR.67, IAȘI, IS,
RO

(72) Inventatori:
• POBORONIUC MARIAN SILVIU,
ALEEA DECEBAL NR. 3, BL. B 2, SC. B,
ET., 2 AP. 10, IAȘI, IS, RO

(54) **METODĂ DE CONTROL ONZOFF A MIȘCĂRII DE RIDICARE ÎN ORTOSTAȚIUNE ȘI AȘEZARE, BAZATĂ PE STIMULARE ELECTRICĂ FUNCȚIONALĂ, APLICABILĂ PACIENȚILOR CU HANDICAP NEUROMOTOR**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de control al mișcării de ridicare în ortostațiune și așezare, aplicabilă pacienților cu handicap neuromotor datorat unor leziuni ale sistemului nervos central. Metoda conform invenției presupune controlul mișcărilor de transfer prin prescrierea parametrilor unui stimul electric aplicat unor mușchi ischiogambieri (3), cvadricepsi (4) și fesieri (5) de către un neurostimulator (1) programabil, pe baza informațiilor furnizate de două genunchiere (2), stimulul electric putând fi aplicat în vecinătatea respectivelor mușchi prin intermediul unor perechi de electrozi (6, 7; 8, 9; 10, 11) de suprafață sau implantați, modularea intensității contracției acestor mușchi (3, 4, 5) ai fiecărui membru inferior fiind realizată prin raportarea punctului actual al unei traiectorii (14) din spațiul stărilor definite de către unghiul genunchiului și viteza unghiulară a genunchiului la trei subspații ON, ZONE, OFF, delimitate de o curbă (12) ideală de așezare/ridicare, o curbă (13) de delimitare a zonei de modulare a intensității contracției musculare, o dreaptă (15) de prescriere a momentului ieșirii/intrării din/în hiperextensie și o dreaptă (16) care delimitează subspațiul vertical în care subiectul este considerat așezat, iar în cazul așezării controlate, intensitatea contracției mușchilor cvadricepsi (4) este maximă în spațiul ON, descrește liniar de la zona ON la zona OFF și este zero în zona OFF, intensitatea contracției mușchilor ischiogambieri (3) este zero în spațiul ON,

crește liniar de la zona OFF la zona ON, fiind maximă în zona OFF, iar intensitatea contracției mușchilor fesieri (5) este aleasă constantă, în subspațiul vertical delimitat la dreapta de dreapta (15) de prescriere se stimulează doar mușchii ischiogambieri (3) pentru ieșirea din hiperextensie a genunchiului, și în spațiul vertical delimitat la stânga de o dreaptă (16) mușchii nu vor mai fi stimulați, considerându-se subiectul așezat.

Revendicări: 1

Figuri: 6

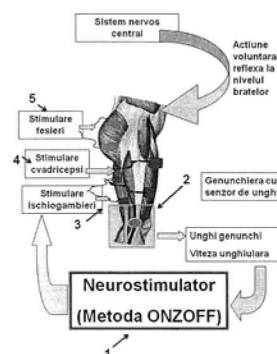
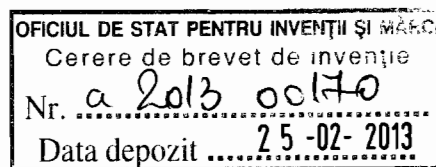


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



27



METODĂ DE CONTROL *ONZOFF* A MIȘCĂRII DE RIDICARE ÎN ORTOSTAȚIUNE ȘI AȘEZARE, BAZATĂ PE STIMULARE ELECTRICĂ FUNCȚIONALĂ, APLICABILĂ PACIENȚILOR CU HANDICAP NEUROMOTOR

Invenția se referă la o metodă de control a mișcării de ridicare în ortostațiune și așezare, bazată pe stimulare electrică funcțională a grupelor musculare ale membrilor inferioare, aplicabilă pacienților cu handicap neuromotor datorat unor leziuni ale sistemului nervos central. Metoda se aplică unor subiecți cu un diagnostic stabilit și va presupune plasarea electrozilor în vecinătatea nervilor mușchilor care se doresc a fi activați.

Stimularea electrică funcțională constă în producerea contracțiilor mușchilor paralizați prin intermediul stimulării electrice a nervilor, cu electrozi de suprafață sau implantați.

Prin activarea secvențială a grupelor de mușchi, de exemplu la nivelul membrilor, se poate produce o mișcare complexă mimînd activități care anterior afectării sistemului nervos central erau efectuate voluntar. O condiție necesară este ca nervul mușchiului care se dorește a fi activat să fie încă funcțional.

Stimulul electric de forma unor pulsuri, tip undă asimetrică bifazică sau simetrică bifazică, este furnizat nervilor care deservește mușchii de către un aparat numit neurostimulator, prin intermediul unor electrozi de suprafață sau implantați.

La momentul actual, recuperarea neuromotorie la pacienții incomplet paralizați sau exercițiile necesare tonifierii musculaturii la pacienții complet paralizați presupun efectuarea de exerciții cu un kinetoterapeut, utilizarea unor benzi rulante cu hamuri pentru pacient, sau eventual stimularea electrică a musculaturii în poziții statice. Toate acestea necesită timp acordat unui singur pacient, costuri de spitalizare, prezența permanentă a pacientului într-o unitate de tratament și greutate în efectuarea unor mișcări de transfer scaun cu roțile-pat, scaun cu roțile-toaletă.

Problema practică pe care o rezolvă prezenta invenție constă în propunerea unei metode de control a mișcării de ridicare în ortostațiune și așezare, bazată pe stimulare electrică funcțională a grupelor musculare ale membrelor inferioare, care poate fi încorporată într-un neurostimulator și oferă pacienților cu handicap neuromotor posibilitatea de a efectua exerciții de recuperare neuromotorie sau tonifiere a musculaturii atât la domiciliu cât și în unitățile de tratament, facilitând de asemenea efectuarea unor mișcări de transfer scaun cu roțile-pat, scaun cu roțile-toaletă. Neurostimulatorul este unul programabil care primește informații despre unghiurile genunchilor de la genunchiere prevăzute cu senzori (de exemplu tip potențiomtru). Pacientul poate plasa singur genunchierele și electrozii pe membrele inferioare, după ce a fost instruit în prealabil, și apoi poate efectua exerciții de ridicare în ortostațiune, transfer și așezare, chiar și în ambulatoriu.

În urma aplicării invenției se obțin următoarele avantaje:

- Reducerea dependenței persoanelor cu handicap neuromotor de personalul de îngrijire;
- Efectuarea cu ușurință în ambulatoriu a exercițiilor de recuperare neuromotorie a ortostațiunii sau tonifiere musculară;
- Reducerea costurilor necesare îngrijirii unui pacient cu handicap neuromotor datorat unei leziuni la nivelul sistemului nervos central;
- Creșterea calității vieții pacienților cu handicap neuromotor prin facilitarea efectuării unor mișcări de transfer scaun cu roțile-pat, scaun cu roțile-toaletă.
- Metoda de control propusă presupune prescrierea unui număr mic de parametri și aplicarea practică necesită doar existența unui neurostimulator programabil, cu cel puțin șase canale de stimulare, și a unui sistem senzorial simplu grefat pe genunchiere.

În continuare se prezintă metoda și necesarul de echipament pentru implementarea acesteia, prin raportarea la figurile 1,2,3,4,5 și 6.

Metoda de control în buclă închisă ONZOFF (ON-Zone-OFF), conform invenției, se va implementa într-un neurostimulator **1** programabil care primește informația senzorială necesară controlului de la două genunchiere **2**, montate pe ambele membre inferioare, fiind dotate cu câte un senzor care oferă un semnal proporțional cu unghiul genunchiului, măsurat conform figurii 2. Viteza unghiulară a genunchiului poate fi calculată prin diferențiere, sau poate fi furnizată direct de un alt/același senzor prevăzut în acest scop. Pe baza metodei de control ONZOFF încorporată în neurostimulator, acesta va furniza stimulul electric necesar controlului contracției mușchilor ischiogambieri **3**, mușchilor cvadricepsi **4** și/sau mușchilor

fesieri 5 de la ambele membre inferioare, pentru a susține acțiunile de ridicare în ortostațiune, așezare, transfer scaun cu roțile-pat, transfer scaun cu roțile – toaletă *etc.*, inițiate de către subiectul cu handicap neuromotor datorat unei leziuni la nivelul sistemului nervos central. Fiecare grupă musculară stimulată electric presupune existență unui canal de stimulare al neurostimulatorului. Un canal de stimulare va închide un circuit electric între un electrod activ (catod) și unul indiferent (anod) plasați în vecinătatea nervilor mușchilor care se doresc a fi activați. Electrozii pentru electrostimulare pot fi de suprafață sau implantați. În figurile 3, 4 și 5 se prezintă cazul plasării electrozilor pentru stimulare transcutanată a mușchilor cvadricepși, ischiogambieri și respectiv, fesieri, fiecare dintre electrozii activi 6,8 și 10 făcând pereche cu câte unul dintre electrozii indiferenți 7,9 și 11.

Modularea contracției grupelor musculare se realizează prin modificarea curentului, duratei pulsurilor sau frecvenței stimulului electric furnizat pe fiecare canal de stimulare de către neurostimulator. Există posibilitatea ca, pentru fiecare dintre canalele de stimulare, doi dintre acești parametri să fie menținuți constanți și un al treilea (de exemplu durata pulsurilor) să fie modificat pentru a modula contracția grupei musculare vizată. Domeniul de variație al parametrului/parametrilor de control se deduce printr-o testare inițială împreună cu subiectul.

Metoda de control ONZOFF se aplică pentru fiecare dintre cele două membre inferioare, fiecare dintre genunchierele 2 oferind informația senzorială necesară, iar neurostimulatorul modulând contracția a trei grupe musculare (cvadricepși 4, ischiogambieri 3, fesieri 5) corespunzătoare membrului pe care se află fiecare genunchieră.

În continuare se dă un exemplu de aplicare a metodei de control ONZOFF, pentru o jumătate a corpului, în cazul așezării controlate, făcându-se referire la figura 6. Fiecare membru inferior va fi controlat de propriul regulator care implementează metoda ONZOFF. Controlul ridicării în ortostațiune va presupune o figură în oglindă după axa absciselor.

Se consideră un grafic al traiectoriei în spațiul stărilor definite de către unghiul genunchiului și viteza unghiulară a genunchiului. În interiorul acestui grafic se trasează două parabole 12 și 13 care îl împart în trei zone denumite ON, ZONE și OFF. Parabola 12 este desenată pe baza faptului că vârful acesteia va trece prin punctul $[45^\circ, \text{viteză unghiulară maximă}]$, valoarea parametrului viteză unghiulară maximă fiind în jurul valorii de $120^\circ/\text{s}$ pentru subiecți normali, și prin alte două puncte alese pe axa absciselor, unul în jurul valorii de 0° și celălalt în jurul valorii de 90° . Parabola 13 este translată în jos față de parabola 12 cu o valoare dată de parametrul ZONE care poate fi prescris între $30^\circ/\text{s}$ și $70^\circ/\text{s}$.

În interiorul subspațiului vertical SBS2 delimitat de dreptele verticale 15 și 16, în funcție de situarea pe traiectoria 14, mușchii cvadricepși (figura 3) vor fi stimulați:

- cu valoarea maximă prescrisă a stimulului electric în subspațiul ON de deasupra parabolei **12**,

- cu o valoare a stimulului electric care descrește liniar de la valoarea maximă la zero între parabolele **12** și **13** (maxim dacă punctul traiectoriei este situat mai aproape de parabola **12**),

- cu valoarea zero prescrisă a stimulului electric în subspațiul OFF de sub parabola **13**.

Metoda se poate implementa și numai cu stimularea mușchilor cvadricepși, dar dacă se are în vedere un balans între contracțiile induse mușchilor extensori **4** și flexori **3** ai genunchiului, stimularea mușchilor ischiogambieri **3** (figura 4) în interiorul subspațiului vertical **SBS2** delimitat de dreptele verticale **15** și **16**, în funcție de situarea pe traiectoria **14**, se va realiza:

- cu valoarea zero prescrisă a stimulului electric în subspațiul ON de deasupra parabolei **12**,

- cu o valoare a stimulului electric care crește liniar de la valoarea zero la maximă între parabolele **13** și **12** (maxim dacă punctul traiectoriei este situat mai aproape de parabola **13**),

- cu valoarea maximă prescrisă a stimulului electric în subspațiul OFF de sub parabola **13**.

Mușchii fesieri (figura 5) sunt stimulați cu un stimul electric de o valoare constantă, avînd numai rol de întărire a suportului în jurul șoldurilor.

În interiorul subspațiului vertical **SBS1**, delimitat de axa ordonatelor și linia **15** (valoare pe abscisă de aproximativ 7°), sunt activați doar mușchii ischiogambieri **3**, pentru deblocarea din poziția de hiperextensie. În interiorul subspațiului vertical **SBS3**, delimitat la sînga de dreapta **16** (valoare pe abscisă de aproximativ 90°), mușchii nu mai sunt stimulați, considerîndu-se că subiectul a atins poziția așezat.

Din punct de vedere al controlului, metoda ONZOFF presupune prescrierea unui număr mic de parametri (parametrii curbei **12**, parametrul ZONE, valoarea maximă a stimulului electric pentru grupele musculare vizate).

REVEDICĂRI:

Metodă de control, denumită ONZOFF, a ridicării în ortostațiune și a așezării prin electrostimularea unor grupe musculare ale membrelor inferioare, pentru facilitarea acțiunilor de transfer și a exercițiilor de recuperare neuromotorie și/sau tonifiere a musculaturii la subiecții cu handicap neuromotor, **caracterizată prin aceea că**, presupune controlul mișcărilor de transfer prin prescrierea parametrilor stimulului electric aplicat mușchilor ischiogambieri [3], cvadricepsi [4] și fesieri [5] de către un neurostimulator [1] programabil, pe baza informațiilor despre unghiurile genunchilor și vitezele unghiulare la nivelul genunchilor, furnizate de două genunchiere [2], stimulul electric putând fi aplicat în vecinătatea mușchilor [3], [4], [5] prin intermediul unor perechi [8,9], [6,7] și respectiv [10,11], de electrozi de suprafață sau implantați, modularea intensității contracției mușchilor [3], [4], [5] fiecărui membru inferior fiind realizată prin raportarea punctului actual al traiectoriei [14] din spațiul stărilor unghi genunchi-viteză unghiulară la trei subspații ON, ZONE, OFF delimitate de curba ideală [12] de așezare/ridicare, curba [13] de delimitare a zonei de modulare a intensității contracției musculare, dreapta [15] de prescriere a momentului ieșirii/intrării din/în hiperextensie și dreapta [16] care delimitează subspațiul vertical în care subiectul este considerat așezat, pentru cazul așezării controlate, intensitatea contracției mușchilor [4] fiind maximă în spațiul ON, descrescând liniar de la zona ON către zona OFF și fiind zero în zona OFF, intensitatea contracției mușchilor [3] fiind zero în spațiul ON, crescând liniar de la zona OFF către zona ON și fiind maximă în zona OFF, iar intensitatea contracției mușchilor [5] putând fi aleasă constantă, în subspațiul vertical delimitat la dreapta de dreapta [15] stimulându-se doar mușchii [3] pentru ieșirea din hiperextensie a genunchiului și în spațiul vertical delimitat la stînga de dreapta [16] mușchii nu vor mai fi stimulați considerîndu-se subiectul așezat, în cazul ridicării în ortostațiune subspațiile ON, ZONE și OFF și curbele [12], [13], [15], [16] fiind în oglindă față de axa absciselor.

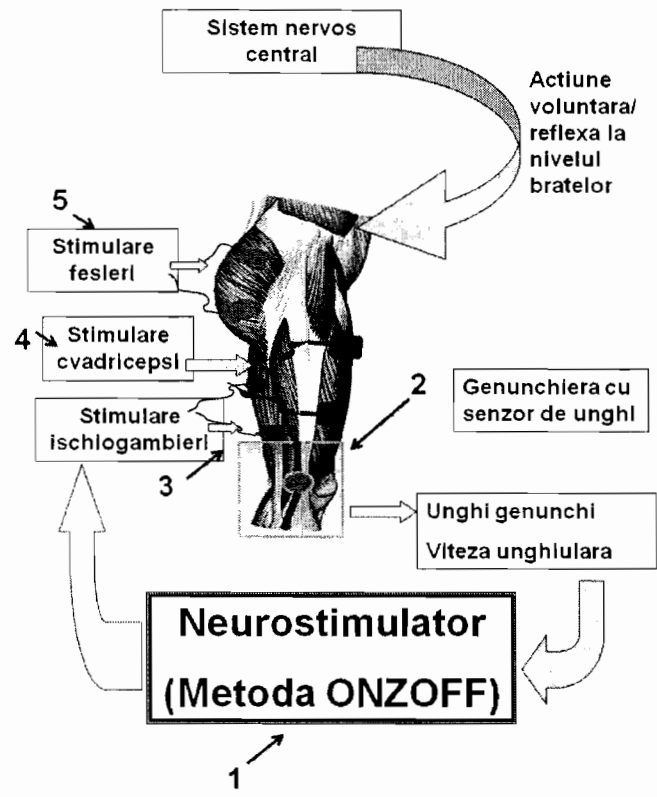


Figura 1

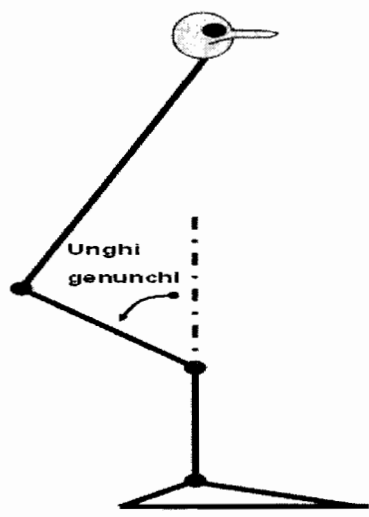
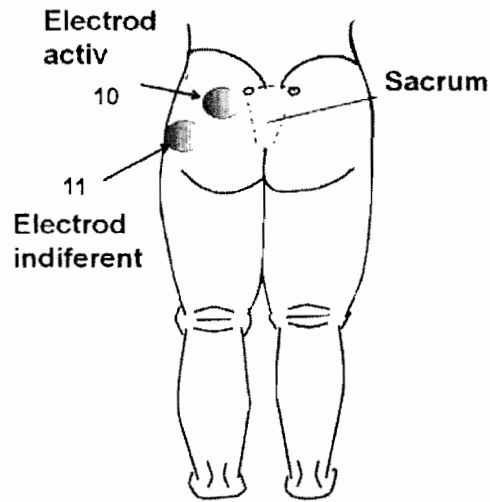


Figura 2



Stimulare transcutanata a nervilor
muschilor fesieri

Figura 5

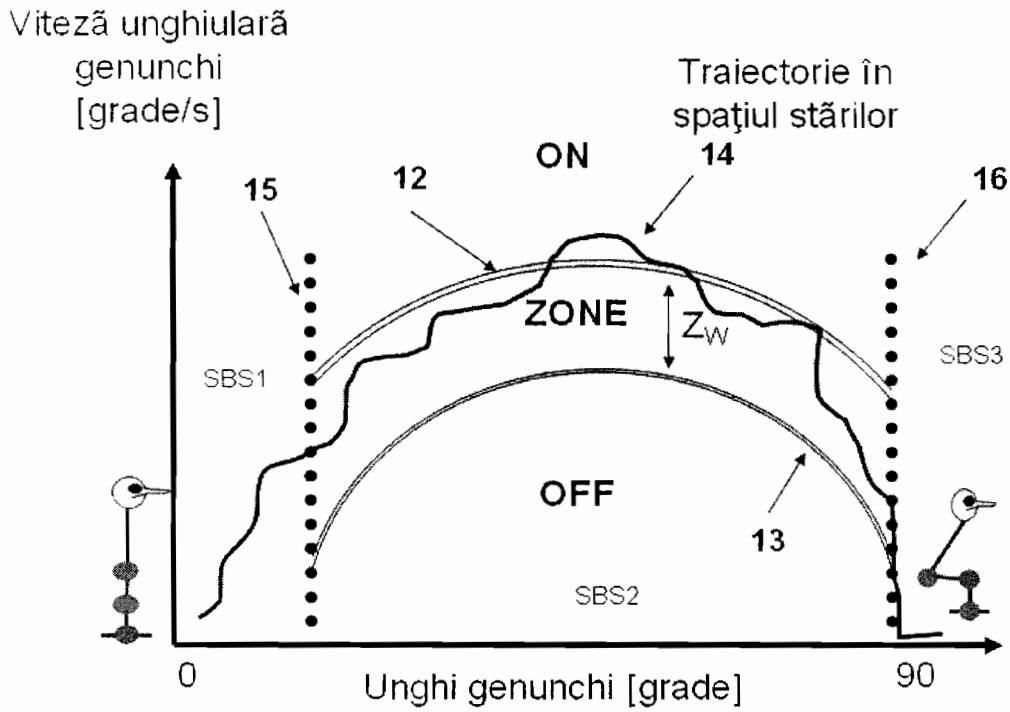
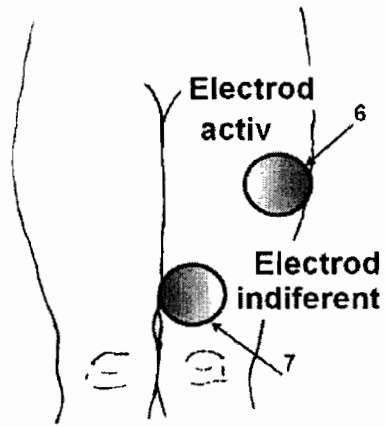
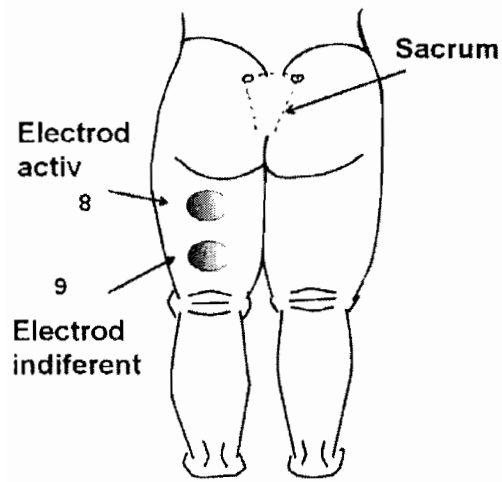


Figura 6



Stimulare transcutanata a
nervilor muschilor cvadricepsi

Figura 3



Stimulare transcutanata a nervilor
muschilor ischiogambieri

Figura 4