

(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2010 01102**

(22) Data de depozit: **12.11.2010**

(41) Data publicării cererii:  
**30.05.2012** BOPI nr. **5/2012**

(71) Solicitant:  
• UNIVERSITATEA "POLITEHNICA" DIN  
TIMIȘOARA, PIAȚA VICTORIEI NR.2,  
TIMIȘOARA, TM, RO

(72) Inventatori:  
• ARGESANU VERONICA, STR.RANETTI  
NR.2, TIMIȘOARA, TM, RO;  
• KULCSAR RAUL MIKLOS,  
STR.LIVIU REBREANU NR.4,  
TÂRGU LĂPUȘ, MM, RO;  
• ANGHEL MIRELLA,

STR.ȘTEFAN CEL MARE NR.17,  
TIMIȘOARA, TM, RO;  
• JULA MIHAELA,  
STR.MAREȘAL ALEXANDRU AVERESCU  
NR.47, TIMIȘOARA, TM, RO;  
• BOROZAN ION SILVIU,  
STR.SĂLCEANU CORNELIA NR.26,  
TIMIȘOARA, TM, RO;  
• TALPOȘ-NICULESCU CRISTINA,  
CALEA ARADULUI NR.18, SC.B, AP.1,  
TIMIȘOARA, TM, RO

(54) **DISPOZITIV MECATRONIC DE DETERMINARE A  
SOLICITĂRILOR INTERVERTEBRALE**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv de simulare a mișcărilor relative între două sau mai multe vertebre ale coloanei vertebrale umane și de determinare a solicitărilor care apar între acestea în discurile intervertebrale. Dispozitivul conform invenției este constituit dintr-o celulă de încărcare, având un cilindru (3) pneumatic cu dublă acționare, niște suporturi (2, 4 și 6) și niște tije (5) de ghidare, în celula de încărcare fiind introdusă o epruvetă alcătuită din două vertebre (a și b), între care se inserează un disc (c) intervertebral, realizat dintr-un material siliconic, cu proprietăți asemănătoare celui natural, în care sunt dispuși radial niște traductori (d) de presiune, care înregistrează valorile solicitărilor care apar în disc (c), fiecare dintre cele două vertebre (a și b) fiind fixate în niște cupe (1 și 8), cu ajutorul unui material siliconic de condensare hidrocompatibil, de diferite viscozități.

Revendicări: 1  
Figuri: 2

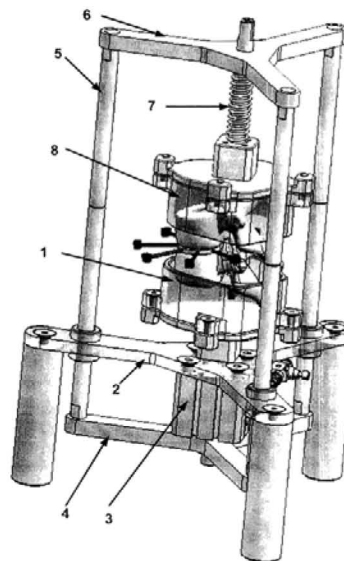


Fig. 1

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).



## DISPOZITIV MECATRONIC DE DETERMINARE A SOLICITĂRILOR INTERVERTEBRALE

Invenția se referă la un dispozitiv de simulare a mișcărilor relative între două sau mai multe vertebre ale coloanei vertebrale umane, și de determinare a solicitărilor ce apar între acestea în inelele intervertebrale.

Problema pe care o rezolvă invenția, este de natură medicală, mecanică și ergonomică, și constă în reproducerea prin simulare a posturilor de lucru și al mișcărilor exercitate în timpul activității de muncă, iar prin determinarea solicitărilor intervertebrale pentru fiecare postură și activitate în parte, se pot determina acele mișcări, eforturi sau posturi de lucru care cauzează afecțiuni musculo-vertebrale.

În funcție de meseria sau profesia pe care o exercităm dispunem de mai multe sau mai puține șanse de a ne păstra un spate într-o stare satisfăcătoare de funcționare până dincolo de pensionare. Într-adevăr, și din acest punct de vedere există o mare inegalitate în fața acestui flagel care este durerea de spate. La drept vorbind, lucrurile nu se întâmplă exact așa. Există persoane a căror muncă pare puțin, sau deloc capabilă să predisună la dureri de spate, dar care totuși cauzează aceste dureri. Există de asemenea persoane care efectuează munci de orță, care ar trebui să cauzeze dureri de spate, dar totuși, aceste persoane nu acuză dureri la nivel dorsal, chiar la vârste înaintate.

Toate acestea ne duc la concluzia că atitudinea, comportamentul în exercitarea unei meseri variază sensibil de la un individ la altul. Anumite persoane cunosc gesturile și posturile vicioase care ar trebui evitate, altele se lasă conduse de un prețins instinct, care le face să comită cele mai mari greșeli din punct de vedere al corectitudinii posturale.

### Lucrul în poziția șezând

Pe vremuri limitat la doar câteva meserii, lucrul stând jos devine din ce în ce mai răspândit în societățile dezvoltate, o dată cu explozia sectorului terțiar și a serviciilor. Categorie, petrecem în această poziție durate de timp foarte variabile - de la câteva ore, la întreaga zi de muncă.

Efectele pe termen lung ale acestei constrângeri vor fi, și ele, deosebit de diferite. Dar accidentele vertebrale minore cele mai frecvente sunt, de cele mai multe ori, identice, oricare ar fi numărul de ore de lucru pe care le petrecem așezați. De exemplu, ridicarea receptorului unui telefon care sună, răsucindu-ne brusc, trunchiul într-o parte, în timp ce partea de jos a trunchiului nu se mișcă de pe scaun, poate declanșa un lumbago fulgerător, fie că abia am ajuns la birou, sau că ne găsim acolo de la începutul zilei.

În general, cei care lucrează așezați, rămân prea mult timp în această poziție, fără să se miște de pe scaun, care este de cele mai multe ori inadecvat. Trebuie să vă ridicați cel puțin odată la fiecare oră, executând mișcări de întindere și mobilitate.

### Lucrul în picioare

El se referă la o populație deloc neglijabilă: vânzătoare de magazin, prezentatori de demonstrații casnice, personal hotelier și din restaurante, frizeri, etc. Patologia cea mai des asociată este de ordin circulator, și anume apariția de varice la membrele inferioare.

Însă nici cloana vertebrală nu este scutită. Aceste persoane se plâng cel mai mult de oboseală musculară dorsală, cel puțin în cursul primilor ani de activitate profesională. Totuși, către vârsta de 40 de ani încep să apară reale probleme vertebrale: uzura permanentă a elementelor articulare, deformarea curburilor fiziologice ale coloanei, devieri laterale ale coloanei.

Aceste tulburări de statică sunt adeseori agravate și de alți factori comportamentali, comparabili cu cei ai lucrului așezat: eforturi de torsiune, sau de flexiune înainte sau în lateral.

### Funcția mecanică a coloanei lombare

Cele mai des întâlnite afecțiuni ale coloanei vertebrale se găsesc în zona lombară. Durerea lombară reprezintă reacția la anumiți stimuli nervoși care ne avertizează că la nivelul coloanei vertebrale lombare s-a produs o perturbare; putem spune că este primul semn concret de alertă. Durerea lombară se poate manifesta ca durere locală sau se poate extinde și la nivelul bazinului, condiție cunoscută sub numele de lumbago.

Durerea lombară poate fi prezentă în majoritatea afecțiunilor care implică țesuturi aflate în zona lombară sau pelvină. Aceasta poate însoți patologia pelvină, dar în cele mai multe cazuri se datorează suprasolicitații zonale, imbalansului muscular sau patologiei vertebrale care include și hernia de disc.

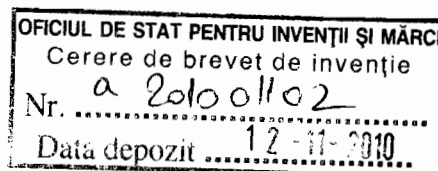
Cunoștințele despre cloana vertebrală provin în principal din experimente realizate pe animale și coloane umane prelevate de la cadavre, dar și pe modele matematice. Profilometria stresului a reușit să explice funcționarea mecanică a discurilor intervertebrale la un nivel nemai atins până acum, atât în vitro cât și în vivo. Datorită importanței sale este necesar să explicăm pe scurt cum se realizează și ce este de fapt măsurat. O încărcătură statică compresivă, suficientă pentru a simula ridicarea unui obiect relativ ușor, este aplicată asupra modelului mecanic pentru o perioadă de 20 de secunde, timp în care, distribuția stresului compresiv dintre discuri este măsurată la o frecvență de 25Hz prin inserarea unui transducător de presiune în plan sagital. Transducătorul este o membrană mică de aproximativ 2mm montată pe un ac cu diametrul de 1.3mm. Rotând acul de-a lungul axei sale lungi, ne permite să măsurăm în teste succesive atât dimensiunea verticală cât și cea orizontală a componentei compresive.

Când un disc este comprimat, presiunea hidrostatică din nucleul pulpos crește, generând un stres care se manifestă prin bombarea inelului fibros. Conform teoriei presiunii asupra cilindrilor cu pereți groși, presiunea e descrescătoare dinspre interior spre exterior. Inelul fibros se opune activ compresiunii, cauzând bombarea acestuia în afară, astfel pierzând din înălțime. Acest lucru face ca vertebrele ce adăpostesc discul intervertebral să se apropie, dar regiunea centrală a acestora nu se poate apropia foarte mult, datorită conținutului mare de apă pe care îl are nucleul pulpos ce se afla între ele, și care îl face practic incompresibil. Astfel regiunea centrală a discului se bombează în corpurile vertebrale.

O forță compresivă de aproximativ 2kN întinde fibrele de colagen de la suprafața discului cu mai puțin de 2% și îl face să se bombeze radial cu 0.4 - 1.0mm. Bombarea variază în jurul periferiei discului, având cea mai mare valoare în regiunea anterioară sau lateroposterioară a inelului fibros.

Răspunsul unui disc la compresiune variază în funcție de forma și mărimea acestuia. De exemplu, discurile care au un raport mare înălțime/suprafață vor arăta presiuni mai mari în zona exterioară a inelului fibros și o bombare radială mai accentuată, pentru aceeași forță aplicată în cazul unui disc cu raport înălțime/suprafață mai mic. Acest fapt face dificil de extrapolat mecanismele de funcționare a discurilor de la un nivel al coloanei vertebrale la altul și mai ales de la testele efectuate pe animale la oameni.

Mișcărilor de flexie cauzează ca discurile lombare să pivezeze în jurul unui centru de rotație situat în apropierea



nucleului pulpos. Inelul fibros anterior se comprimă și se îngroașă, în timp ce partea posterioară se întinde și se subțiază. Tensiunea din partea posterioara a inelului face ca presiunea hidrostatică din interiorul nucleului sa crească.

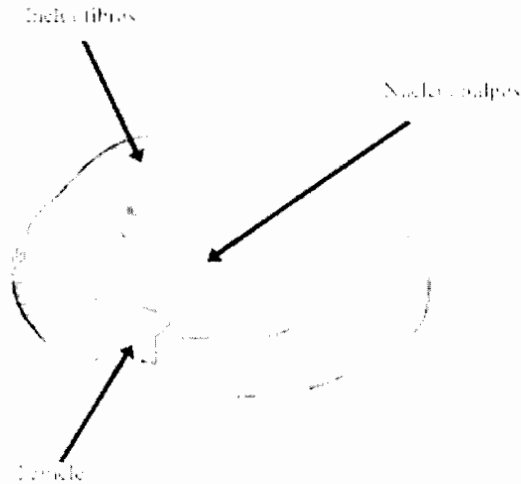


Fig 1. Disc intervertebral din zona lombară.

Experimentele au arătat ca flexia reduce înălțimea în partea anterioară a inelului fibros cu aproximativ 25-35% și îl face să se bombeze radial către înafară cu aproximativ 0.1mm/grad de mișcare. Concentrații de stres compresiv pot să apară sau să crească în partea anterioară a inelului. Partea posterioara a inelului se verticalizează și se întinde cu aproximativ 50-90% în flexia totală, în timp ce fibrele de collagen de la suprafața discului se întind cu doar 10-15% înainte să cedeze.

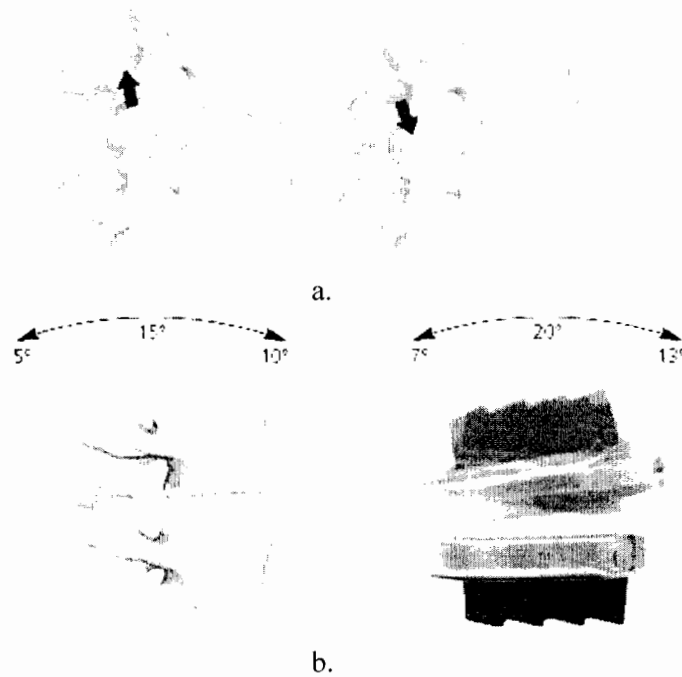


Fig 2. Mișcările de flexie și extensie între două vertebre din zona lombară (a.), și deplasările unghiulare între acestea.

Conținutul redus de apă și rigiditatea crescută a discurilor îmbătrânite și degenerate contravin cu abilitatea lor de a distribui stresul compresiv uniform pe vertebrele adiacente în timpul mișcărilor de flexie și extensie. Consecutiv, concentrații mari de stres compresiv pot apărea în inel, anterior în timpul flexiei și posterior în timpul extensiei.

Mecanisme echivalente operează când discul este îndoit spre înapoi și spre lateral. Raportul înălțime/lățime al discului este așa de mic, încât mișcări unghiulare ale vertebrei de numai câteva grade, atrag după sine deformări verticale majore ale inelului fibros. Acest lucru va duce la stres compresiv mare în special în discurile subțiri cu diametru mare, mai ales când se produce flexia acestora înspre diametrul lor mic.

Mișcările torsionale ale coloanei generează tensiuni în jumătate din fibrele de collagen ale inelului fibros, în timp ce cealaltă jumătate e relaxată. S-a sugerat că numai 3 grade de rotație axială sunt permise de discurile lombare, dar această analiză teoretică a neglijat bombarea radială a inelului fibros și ondularea fibrelor sale de collagen. Când discurile au fost rotite cu 6 grade și o forță de torsiune de 15Nm, fibrele de collagen de la suprafața discului s-au întins cu până la 7% și bombarea inelului s-a redus cu 0.2mm. Torsiunea crește presiunea în nucleul pulpos al discului, probabil datorită tensiunii din fibrele oblice de collagen care rezistă torsiunii. O torsiune de 10Nm aplicată ansamblului corp vertebral-disc-corp vertebral crește presiunea intradiscală cu 0.16MPa, în timp ce o îndoire de 10Nm o crește cu aproximativ dublul acestei valori.

### Descrierea dispozitivului și modul de funcționare

Dispozitivul este compus dintr-o celulă de încărcare (anexa1) având în alcătuire cilindrul pneumatic 3 cu dublă acționare, suportii 2,4 și 6, și tijele de ghidare 5. În celula de încărcare se introduce epruveta (anexa 2) alcătuită din două vertebre *a* și *b*, între care se inserează un disc intervertebral artificial *c* alcătuit dintr-un material de silicon ce imită proprietățile mecanice ale celui natural. În discul intervertebral se inserează radial traductori de presiune *d*.

Fiecare din cele două vertebre se fixează în cupele 1 și 8, prin intermediul unui material de silicon de condensare hidrocompatibil, pentru amprente de mare precizie, de diferite vâscozități, folosit în tehnica dentară.

Ca și mod de funcționare a dispozitivului, cilindrul pneumatic este încărcat în sensul destinderii, într-un timp scurt, de ordinul milisecundelor, cu aer comprimat la cca. 6bar, menținut în această stare pe o durată de timp egală cu cea de încărcare, după care se întrerupe circuitul de aer. Revenirea la starea inițială se face cu ajutorul arcului 7, iar cilindrul pneumatic comportându-se în acest caz, ca un amortizor/telescop pneumatic.

În tot acest timp, prin intermediul traductorilor de presiune din discul intervertebral, se înregistrează electronic valorile solicitărilor ce apar în disc.

În urma prelucrării acestor valori se pot trage concluzii referitoare la pozițiile sau posturile corecte sau incorecte de lucru, mediul în care se desfășoară activitatea de muncă, solicitările și vibrațiile la care este expus sistemul musculo-vertebral, și corectarea acestora prin soluții ergonomice bazate pe proiectarea uman centrată.

## REVENDICARE

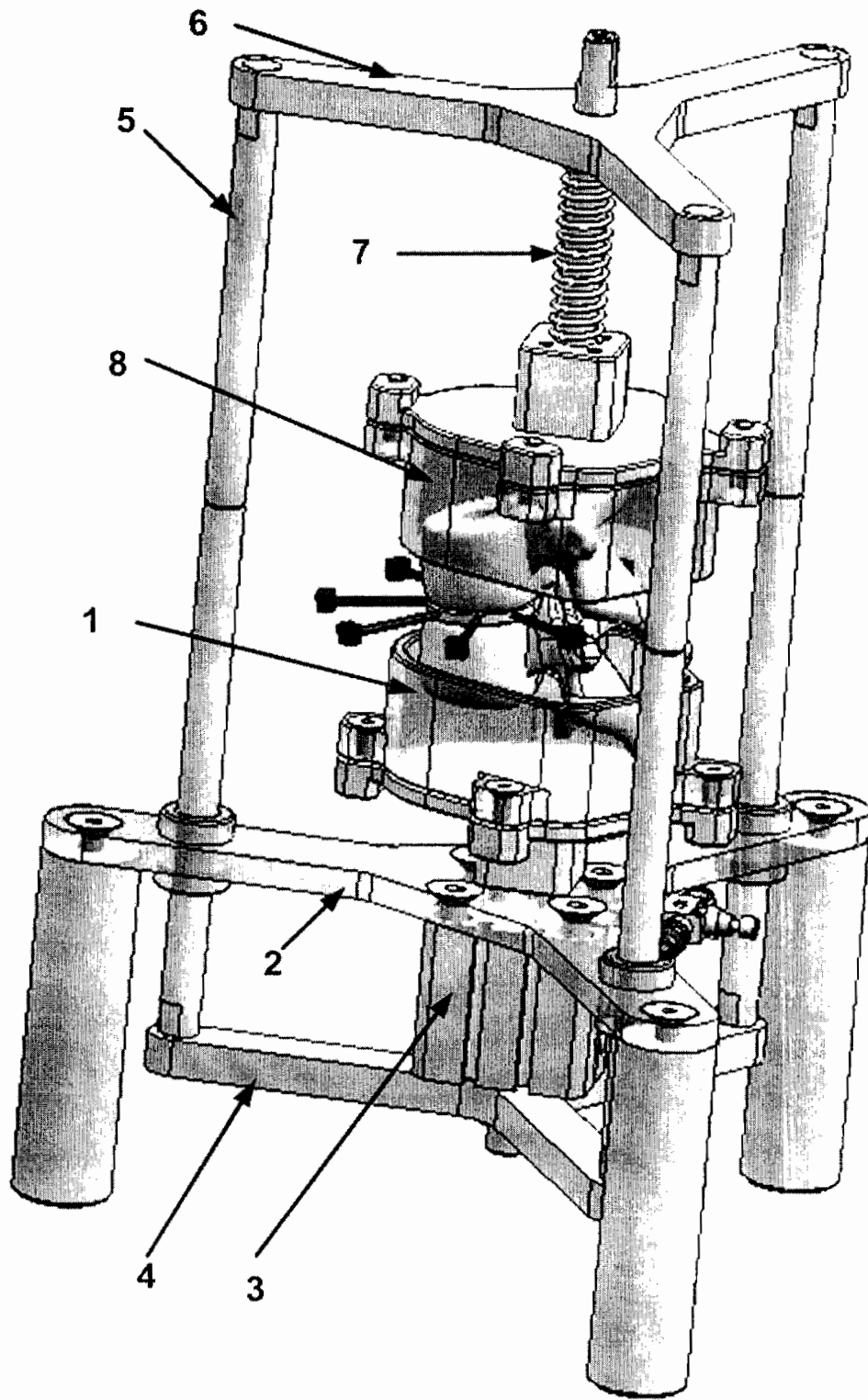
Dispozitivul este compus dintr-o celulă de încărcare (anexa1) având în alcătuire cilindrul pneumatic 3 cu dublă acționare, suportii 2,4 și 6, și tijele de ghidare 5. În celula de încărcare se introduce epruveta (anexa 2) alcătuită din două vertebre *a* și *b*, între care se inserează un disc intervertebral artificial *c* alcătuit dintr-un material de silicon ce imită proprietățile mecanice ale celui natural. În discul intervertebral se inserează radial traductori de presiune *d*.

Fiecare din cele două vertebre se fixează în cupele 1 și 8, prin intermediul unui material de silicon de condensare hidrocompatibil, pentru amprente de mare precizie, de diferite vâscozități, folosit în tehnica dentară.

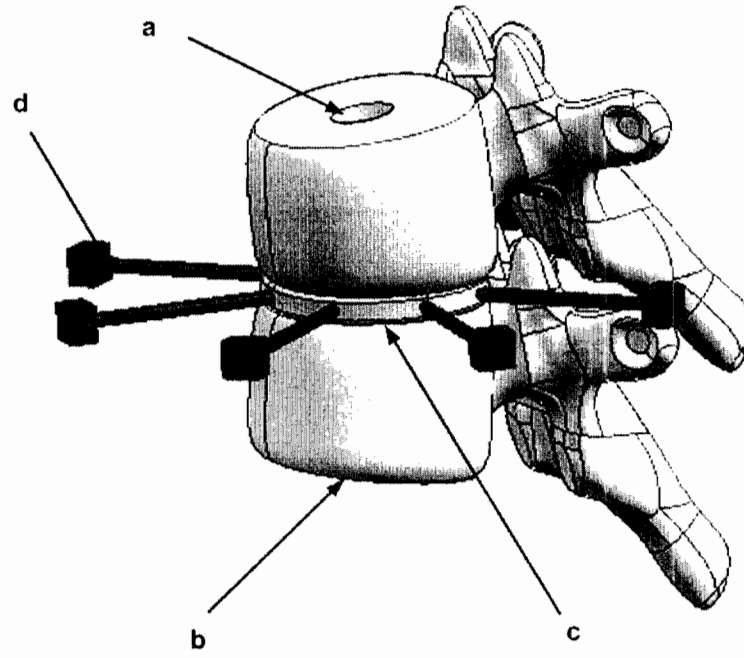
Ca și mod de funcționare a dispozitivului, cilindrul pneumatic este încărcat în sensul destinderii, într-un timp scurt, de ordinul milisecundelor, cu aer comprimat la cca. 6bar, menținut în această stare pe o durată de timp egală cu cea de încărcare, după care se întrerupe circuitul de aer. Revenirea la starea inițială se face cu ajutorul arcului 7, iar cilindrul pneumatic comportându-se în acest caz, ca un amortizor/telescop pneumatic.

În tot acest timp, prin intermediul traductorilor de presiune din discul intervertebral, se înregistrează electronic valorile solicitărilor ce apar în disc.

În urma prelucrării acestor valori se pot trage concluzii referitoare la pozițiile sau posturile corecte sau incorecte de lucru, mediul în care se desfășoară activitatea de muncă, solicitările și vibrațiile la care este expus sistemul musculo-vertebral, și corectarea acestora prin soluții ergonomice bazate pe proiectarea uman centrată.



Anexa 1.



Anexa 2.