

STUDIUL POSTURII ÎN ECHILIBRUL BIPODAL DEZVOLTAT ÎN MANEVRĂRILE TEHNOLOGICE DE TIP *PULL/PUSH*

POSTURE STUDY IN BIPODAL EQUILIBRIUM DEVELOPED IN TECHNOLOGICAL ACTIONS TYPE *PULL/PUSH*

Mihaela Ioana BARITZ¹, Ion BALCU²

¹ Universitatea Transilvania Braşov
B-ul Eroilor nr.29, 500036 Braşov, Romania
E-mail: mbaritz@unitbv.ro

² Universitatea Transilvania Braşov
B-ul Eroilor nr.29, 500036 Braşov, Romania
E-mail: balcu@unitbv.ro

Rezumat. O serie de aspecte teoretice şi deasemenea rezultatele experimentale obţinute în urma studiului posturii în echilibrul bipodal atunci când se efectuează acţiuni de tragere/împingere sunt prezentate în această lucrare. Pe parcursul cercetărilor s-a analizat efectul poziţiei, a formei suprafeţei şi a mărimii ariei de stabilitate asupra echilibrului bipodal atunci când se desfăşoară acţiuni de tragere/împingere. Deasemenea s-au avut în vedere mai multe serii de posturi şi de acţiuni de manevrare pentru a găsi poziţia optimă şi valoarea confortului ocupational maximă. Rezultatele şi concluziile sunt prezentate în partea finală a lucrării, deasemenea alături de dezvoltarea mecanismelor de generalizare a posturii cu starea de echilibru bipodal.

Cuvinte cheie: postura, echilibru bipodal, placa de forte, confort ocupational

Abstract. This paper presents some theoretical and also experimental results obtained from the study of the effect of vibratory tools on one of the most important components namely biomechanical postural stability of the human body. In the first part are reviewed in developing the theory of vibratory phenomena in the human body due to the subjects handled devices or tools. Considering these aspects, an analysis procedure for evolution of postural stability correlated with different positions in the use of devices inducing effects of vibration in hand, arm and body are developed. The results and conclusions, also with development of correlation mechanisms with the using position of these tools are presented in the final part of the paper.

Keywords: posture, bipodal equilibrium, force plate, occupational comfort

1. INTRODUCERE

Manevrarea manuală a diferitelor materiale (cunoscută în literatura de specialitate sub prescurtarea *MMH-manual material handling*) poate crea o serie de probleme de sănătate, de productivitate dar și de confort ocupațional, celor implicați în acest tip de activitate. Așa cum este arătat în diferitele documente oficiale internaționale sau Europene (NIOSH sau OSA) se iau măsuri practice, eficiente și permanente, de către factorii implicați în aceste domenii, pentru cunoașterea, micșorarea sau eliminarea cauzelor care pot induce boli profesionale, disconfort sau accidente de muncă. [1] Normele internaționale în acest domeniu stabilesc o serie de principii, strategii și proceduri pentru identificarea, evaluarea, analiza și eliminarea cauzelor, dar și a efectelor care conduc la apariția așa numitelor boli profesionale, de asemenea acestea conduc și la găsirea de soluții pentru obținerea confortului ocupațional. În acest sens, institute de cercetare importante din întreaga lume au dezvoltat strategii și proceduri specifice sau generale în funcție de dezvoltarea tehnologică din fiecare domeniu aplicativ (industrie, construcții, marină, aviație, sănătate etc.)

2. ASPECTE TEORETICE ASUPRA POSTURII ȘI ECHILIBRULUI BIPODAL

Așa cum este definit, din punct de vedere al protecției muncii [3], un sistem material scos din poziția sa de echilibru începe să se miște. Dacă mișcarea sa, față de un sistem de referință este o mișcare oscilantă/alternativă atunci această mișcare poartă numele de vibrație sau oscilație. Stabilitatea bipodala ca și postura reprezintă componentele cele mai importante ale biomecanicii corpului uman, acestea fiind definite atât static cât și dinamic în scopul evaluării gradului de confort. Astfel, analizele comportamentale se direcționează spre determinări asupra posturii bipodale, asupra mersului normal, cu sau fără greutăți purtate de subiectul uman și nu în ultimul rând asupra mișcărilor corpului uman pentru efectuarea diferitelor manevre sau acțiuni desfasurate în activități de muncă (ridicat/coborât, tras/împins, deplasat pe distanțe scurte orizontale etc.). În aceste analize comportamentale s-a adoptat conceptul de **sistem om-mașină-mediu** pentru a fi utilizat unitar și pentru a putea lua în considerare toate aspectele legate de sursele de influență, modurile de interacțiune și obținerea răspunsurilor senzoriale și decizionale. În același timp se evidențiază că există trei subsisteme între care se stabilesc interacțiuni, rezultanta lor influențând calitatea și cantitatea muncii depuse de om. Pentru definirea generală a stabilității posturale a corpului uman se utilizează un parametru unitar numit **centrul de masă (COM)** ale cărui poziții și deplasări față de baza suport sunt înregistrate pe durate diferite, în condiții ambientale controlate și/sau stimulate, respectiv corelate prin utilizarea mai multor tehnologii de investigare biomecanică (video, mecanic, electromagnetic, optic sau mecatronic). În posturile statice, cum ar fi poziția în picioare, poziția șezând sau întins la orizontală, corpul uman și segmentele sale sunt aliniate și menținute într-o anumită poziție spre deosebire de postura dinamică când acestea se află în mișcare relativă unul față de altul și tot corpul față de mediu. În acest sens studiul unei anumite posturi include analizele cinetice și cinematice pentru toate segmentele corpului uman. Mai ales în analizele statice este important să se identifice **baza suport (BS)** definită, posterior, ca aria cuprinsă între linia călcâielor și anterior, de către linia vârfulor tălpii. Această mărime poate determina anumite manifestări ale stabilității atunci când asupra corpului uman acționează o serie de stimuli (audio, lumina, vibrații, șocuri, temperatura etc.). Chiar dacă baza suport este mică și centrul de greutate se află mai sus pe corpul uman

menținerea stabilității în posturile statice necesită o cantitate mică de consum de energie și aceea doar pentru păstrarea contracției musculare. Deasemenea oasele, încheieturile și ligamentele sunt sisteme capabile să asigure necesarul de momente de torsiune, cantitatea de energie fiind utilizată pentru a contracara gravitația și modificările de poziție ale corpului produse de sistemul circulator și cel digestiv.

Un aspect important în acțiunea și păstrarea stabilității posturale o constituie controlul acesteia fie el static sau dinamic, manifestat prin abilitatea subiectului uman de a menține echilibrul între forțele externe și răspunsul organismului la efectul acestora. Caracteristica de păstrare a echilibrului este „învățată” de **sistemul nervos central (SNC)** folosind informații captate de la sistemul senzorial, elementele biomecanice pasive și respectiv de la mușchi. Pentru aceasta întregul corp cu segmentele componente trebuie să prezinte o **gamă de mișcare (GDM)** care să corespundă cu cerințele cinematice și cinetice și deasemenea să fie capabil să răspundă rapid prin aplicarea forțelor și vitezelor necesare. Stabilitatea posturală ca și orientarea inițială a poziției corpului uman pot fi alterate dacă intrările sau ieșirile din sistem sunt distorsionate, absente sau incomplete obligând astfel SNC să răspundă corespunzător indicând un compromis al acțiunii. În situația funcționării normale a organismului, SNC selectează combinația de mușchi și articulații necesară pentru a realiza cerințele de stabilitate sau mișcare ale corpului uman. Forțele externe care pot interveni asupra sistemului corp uman sunt: forțele de inerție și forțele de reacțiune, iar cele interne sunt dezvoltate de activității musculare și tensiuni în ligamente, tendoane, articulații sau alte structuri de țesuturi. Spre deosebire de starea de stabilitate a corpului uman ce este considerată o stare echilibrată static și la care condițiile inițiale impuse sunt păstrate în timp modificându-se doar atunci când asupra sa acționează din exterior diferiți stimuli, mersul uman este o stare de stabilitate dinamică în care forțele, momentele, vitezele și accelerațiile întregului corp uman și ale segmentelor componente se echilibrează reciproc, în timp real, prin mecanismul controlat de sistemul neuro-musculator. În plus mersul uman reprezintă și o mișcare repetitivă cu un consum energetic repartizat pe toate etapele ciclului în scopul obținerii deplasării unitare a segmentelor corpului uman pentru învingerea forțelor de inerție, frecare și de rezistență din mediul de acțiune. În acest sens într-o primă etapă este importantă introducerea punctelor de referință ale sistemului atât în raport cu mediul cât și în raport cu suprafața de sprijin. Între aceste puncte există întotdeauna un set de legături unilaterale sau multilaterale în funcție de modulele, segmentele sau joncțiunile componente care sunt implicate în procesele de stabilitate, mers, sau mișcări ale segmentelor specifice. Aceste puncte de referință sunt: (conform Vukobračovic and Juricic 1969; Vukobračovic & Stepanenko 1973; Takanishi et al. 1985; Yamaguchi, Takanishi & Kato 1993; Hirai 1997; Hirai et al. 1998) **punctul de moment zero (PMZ)**, **indicele de rotație al piciorului (IRP)**-un punct de referință care asigură legătura dintre baza și accelerația unghiulară a piciorului în faza inițială de mers când doar unul dintre picioare se află pe suprafața de sprijin. Un alt punct important este **centrul momentului de rotație (CMR)** ce determină deasemenea legătura corpului uman cu suprafața de sprijin (Herr, Hofmann & Popovic 2003; Hofmann, 2003; Goswami & Kallem 2004; Popovic, Hofmann & Herr 2004). [2,3]

Un alt punct la fel de important ca cel al centrului de masa dar care poate fi utilizat pentru măsurarea și evaluarea stabilității atât statice cât și dinamice este **centrul de presiune (COP)**. Acesta reprezintă punctul în care acționează rezultanta forțelor de reacție a solului față de greutatea corpului uman. În timpul măsurărilor efectuate în poziție bipedă – stabilitate – central de presiune se află, în general, în centrul suprafeței plantare, micile oscilații ale corpului uman fiind înregistrate ca o diagramă de oscilație în jurul unei poziții inițiale.

Deplasarea (aria de oscilație) pe care o realizează centrul de presiune în vederea asigurării stabilității bipodale este încadrată în suprafața plantară și este la rândul său determinată de tipul posturii subiectului uman (încordat, relaxat), poziția mâinilor (în față, lateral, pe lângă corp, în sus), mărimea bazei suport (mică, mare, normală), poziția coloanei vertebrale (aplecat în față, drept, aplecat în spate, aplecat lateral), condițiile de funcționare ale senzorilor (vizuali - ochi deschiși, închiși, auditivi) și nu în ultimul rând de condițiile de mediu (temperatura, presiune, umiditate, vibrații, zgomote, stimuli luminosi). În sistemul ce asigură postura bipedă a corpului uman sunt și se manifestă o serie întreagă de proprietăți elastice și de amortizare ale mușchilor, articulațiilor și segmentelor coordonate și controlate de asemenea prin reacții de *feed-back*. De aceea deplasările COM, corelate cu oscilațiile COP din timpul poziției bipodale, evaluează și măsoară mișcările haotice (Myklebust et al. 1995) ale stabilității utilizând metode de dinamica non-liniară și teorii ale haosului (Schuster 1988). [2,4]

3. DEZVOLTAREA SISTEMULUI EXPERIMENTAL PENTRU EVALUARE

Structura experimentală de analiză a posturii în echilibrul bipodal este dezvoltată în sensul modularizării și flexibilizării tipologiilor de evaluări astfel încât valorile obținute să fie ușor de analizat și de stocat în bazele de date ale experimentelor. Mișcările de tip *push/pull* au fost analizate cu ajutorul manechinului din software-ul CATIA V5 (fig.1.) și în urma acestor studii au fost stabilite un set de mișcări principale și posibile în acest gen de manevrare.[7]



Fig.1 Pozițiile manechinului în acțiunea de împingere, simulată în software CATIA V5 [7]

Sistemul experimental propus prin această cercetare cuprinde o placă de forțe tip Kistler, un dinamometru tip Baseline pentru măsurarea forței de tragere/împingere și un computer cu software-ul Bioware. Procedura aplicată eșantionului de subiecți (10 subiecți) este stabilită în consens cu cerințele experimentale și cuprinde cinci etape principale: pregătirea spațiului în care se desfășoară experimentele, pregătirea și instruirea subiecților, înregistrarea tuturor categoriilor de mișcări incluse în acțiunile de tip *pull/push*, realizarea bazei de date și interpretarea rezultatelor.[9]

Participanții la experiment au fost instruiți și pregătiți să efectueze următoarele mișcări tip *push/pull* ce au fost stabilite prin procedură: *stabilitate bază mare relaxat* (a); *stabilitate picior drept în față relaxat (neflexat)* (b); *stabilitate picior stâng în față relaxat (neflexat)* (c); *stabilitate bază mare relaxat cu împingere* (d); *stabilitate picior drept în față cu împingere din poziția 0(neflexat)* (e); *stabilitate picior stâng în față cu împingere din poziția 0(neflexat)* (f); *stabilitate picior drept în față cu împingere flexat* (g); *stabilitate picior stâng în față cu împingere flexat* (h); *stabilitate picior drept în față cu împingere, flexat stângul* (i); *stabilitate picior stâng în față cu împingere, flexat dreptul* (j) conform fig.2.

Pentru manevra de tragere, pozițiile, posturile și direcțiile de acțiune ale corpului uman analizate sunt similare cu cele de la acțiunea de împingere.

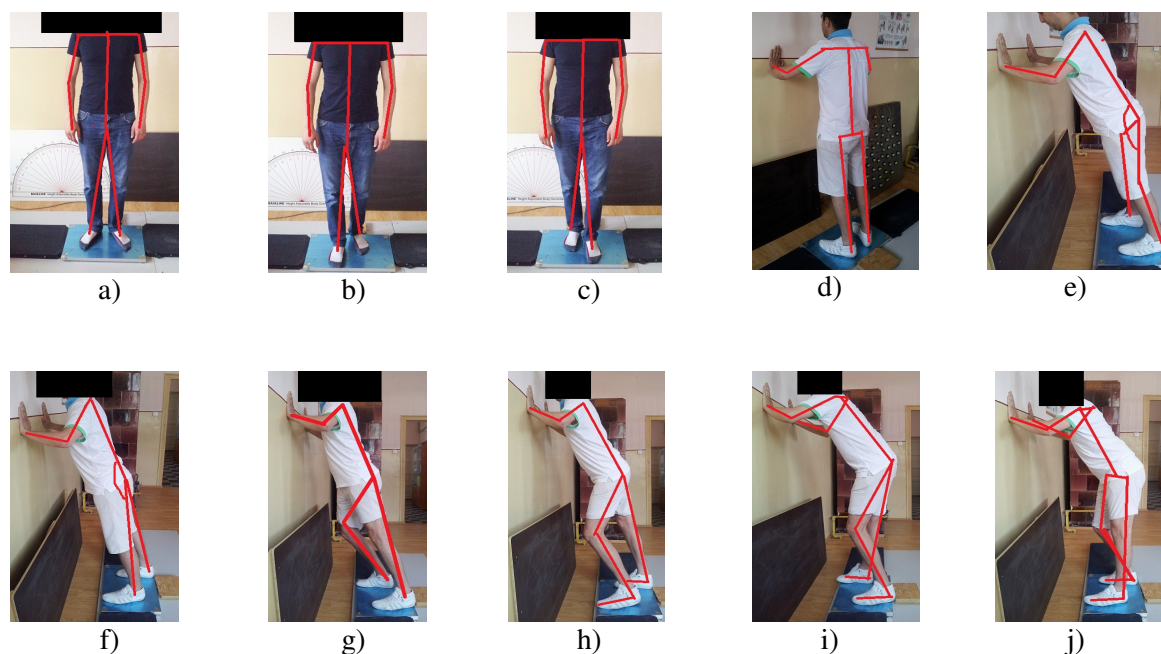


Fig.2 Setul de posturi pentru acțiunea de împingere

Prin sistemul de evaluare a posturii subiecților se înregistrează aria de stabilitate în fiecare situație dar și variațiile forțelor pe cele două direcții principale de sprijin ale întregului corp uman pe placa de forțe. Mărimea denumită *aria de stabilitate* ce se înregistrează prin software-ul Bioware reprezintă aria proiecției centrului de masa (COM) pe suprafața de sprijin, iar variația forțelor pe direcțiile O_x și O_y (planul plăcii de forțe) reprezintă o modalitate de evaluare a direcției de mișcare și a deplasării posturii pe durata experimentului. Schema de principiu a sistemului experimental (fig.3) indică modalitatea de realizare a înregistrărilor în toate etapele prevazute, atât pentru operația de împingere cât și pentru cea de tragere. Măsurarea inițială a acestor forțe, la nivelul ansamblului mână-degete a fost realizată cu ajutorul unui dinamometru special prezentat în fig.4, iar aceste valori constituie valorile inițiale, de referință pentru fiecare subiect din eșantion. Durata unui ciclul de înregistrare pentru fiecare tip de acțiune a fost stabilită la 10 secunde.[5,6]

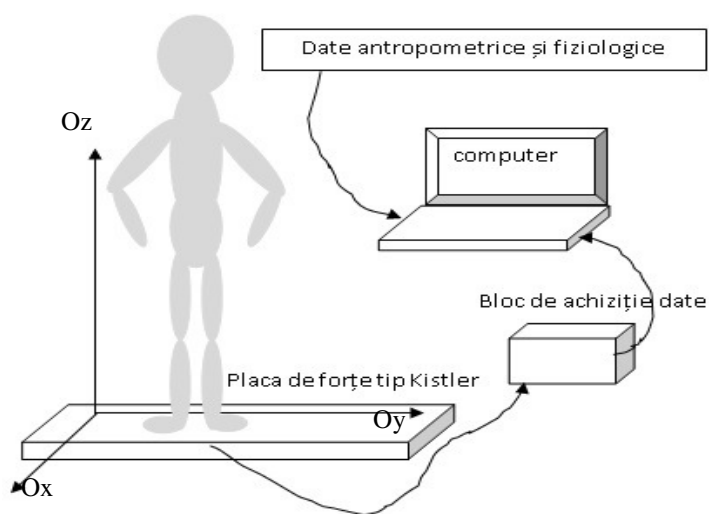


Fig.3 Schema standului experimental de înregistrare



Fig.4 Dinamometru

4. REZULTATE ȘI CONCLUZII

În urma realizării experimentelor prezentate mai sus s-au obținut un set de înregistrări ale parametrilor menționați ce au fost apoi analizați pentru a putea calcula scorurile RULA și REBA conform standardelor în vigoare. Valorile scorurilor RULA și REBA identifică situațiile de evitat în activitatea tehnologică de tip *push/pull* și indică acțiunea ulterioară de urmat pentru înscrierea în limite normale. [8]

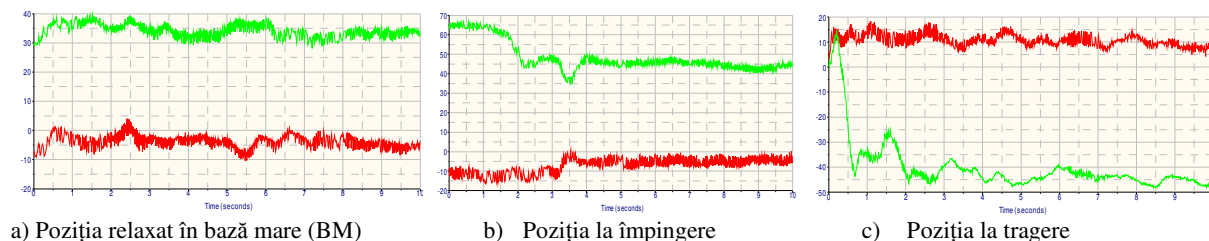


a) Poziția relaxat în bază mare (BM)

b) Poziția la împingere

c) Poziția la tragere

Fig.5 Comparatie între ariile de stabilitate în poziția relaxat în bază mare (BM), poziția la împingere și respectiv la tragere, cu ambele picioare întinse, fără flexie



a) Poziția relaxat în bază mare (BM)

b) Poziția la împingere

c) Poziția la tragere

Fig.6 Comparatie între forțele dezvoltate pe axele Ox (roșu) și Oy (verde) în poziția relaxat în bază mare (BM), poziția la împingere și respectiv la tragere, cu ambele picioare întinse, fără flexie

Din punct de vedere al analizei corelative dintre cele două acțiuni, tragere-împingere s-a constatat, în cazul diferitelor poziții, că variantele de sprijin bipodal în care se flexează

picioarul din spate (SPSFTFD, SPSFIFD, SPDFTF, SPDFIFS), determină un grad mai mare de instabilitate, iar acțiunea de tragere indică, de cele mai multe ori, un balans extins pe direcția Ox în comparație cu amplitudinea de mișcare pe axa Oy .

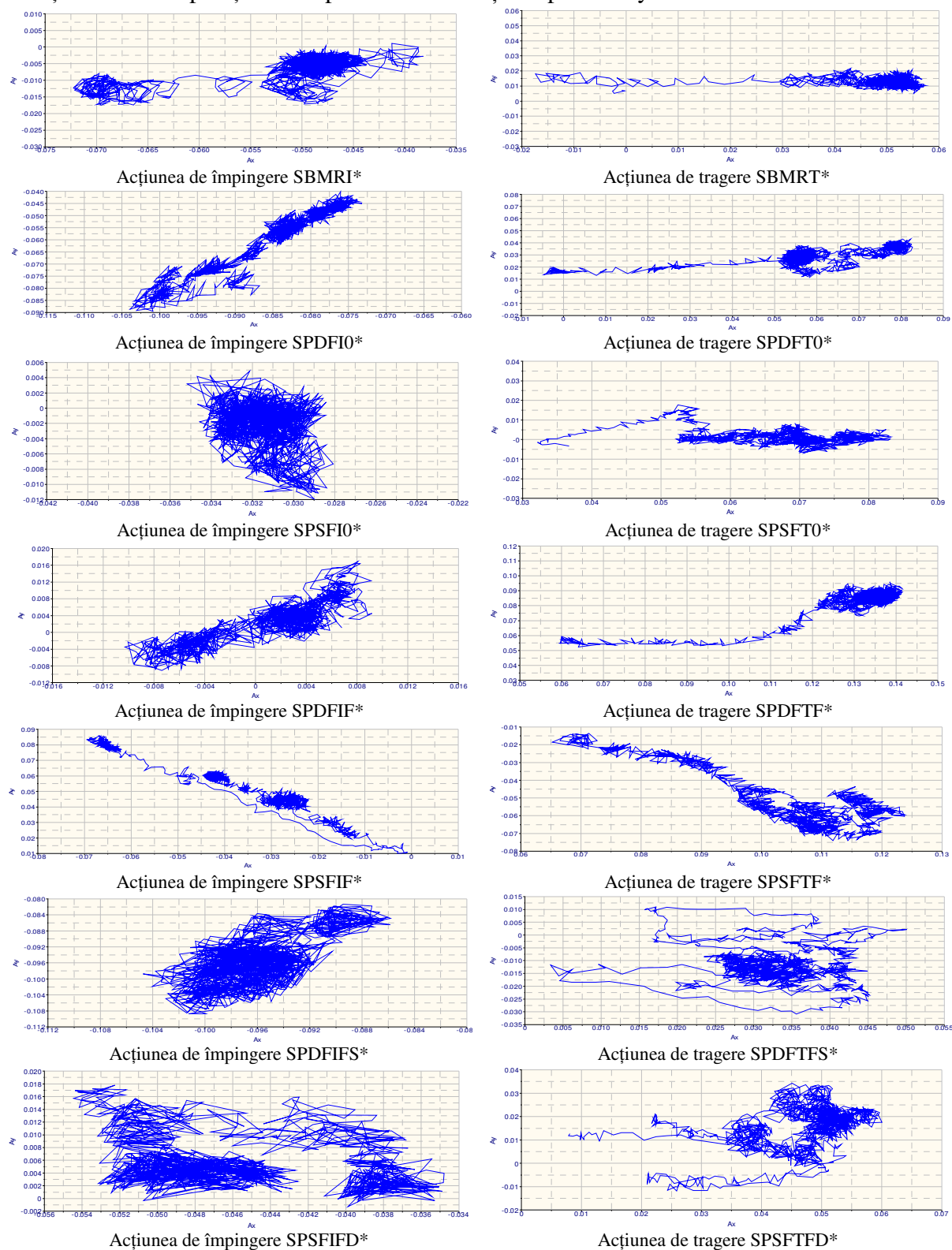


Fig.7 Ariile de stabilitate înregistrate în cele două situații de împingere și respectiv tragere, cu poziții diferite ale suprafeței de sprijin

*Notă:

SBMRI - stabilitate baza mare relaxat de suport, cu ochi deschisi, impingere in suport fix, cu ambele picioare intinse fara flexie;

SBMRT – stabilitate bază mare relaxat de suport, cu ochii deschiși, tragere din suport fix, cu ambele picioare întins fără flexie;

SPDFIO – stabilitate picior drept fata cu impingere din pozitia 0, cu ochii deschisi, cu ambele picioare intinse fara flexie;

SPDFTO - stabilitate picior drept fata cu tragere din pozitia 0, cu ochii deschisi, cu ambele picioare intinse fara flexie;

SPSFIO – stabilitate picior stang fata cu impingere din pozitia 0, cu ochii deschisi, cu ambele picioare intinse fara flexie;

SPSFTO - stabilitate picior stang fata cu tragere din pozitia 0, cu ochii deschisi, cu ambele picioare intinse fara flexie;

SPDFIF - stabilitate picior drept fata cu impingere, cu ochii deschisi, cu piciorul drept flexat si piciorul stâng în spate intins;

SPDFTF - stabilitate picior drept fata cu tragere, cu ochii deschisi, cu piciorul drept flexat si piciorul stang in spate intins fara flexie;

SPSFIF - stabilitate picior stang fata cu impingere, cu ochii deschisi, cu piciorul stâng flexat si piciorul drept in spate intins fara flexie;

SPSFTF - stabilitate picior drept fata cu impingere, cu ochii deschisi, cu piciorul drept flexat si piciorul stang in spate intins fara flexie;

SPDFIFS -stabilitate picior drept față cu împingere, cu ochii deschisi, cu piciorul drept întins și piciorul stâng în spate flexat;

SPDFTFS - stabilitate picior drept față cu tragere, cu ochii deschisi, cu piciorul drept întins și piciorul stâng în spate flexat;

SPSFIFD - stabilitate picior stâng față cu împingere, cu ochii deschiși, cu piciorul stâng întins și piciorul drept în spate flexat;

SPSFTFD - stabilitate picior stâng față tragere, cu ochii deschiși, cu piciorul stâng întins și piciorul drept în spate flexat;

A. Arm & Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position

1. 0° to 15° = +1
15° to 45° = +2
45° to 90° = +3
90° = +4

Step 1a: Adjust...

If shoulder is raised: +1
If upper arm is abducted: +1
If arm is supported or person is leaning: -1

Final Upper Arm Score = 3

Step 2: Locate Lower Arm Position

1. 0° to 90° = +1
90° to 180° = +2
180° to 270° = +3
270° to 360° = +4

Step 2a: Adjust...

If arm is working across midline of the body: +1
If arm out to side of body: +1

Final Lower Arm Score = 2

Step 3: Locate Wrist Position

1. 0° to 15° = +1
15° to 45° = +2
45° to 90° = +3
90° to 135° = +4
135° to 180° = +5
180° to 225° = +6
225° to 270° = +7
270° to 315° = +8
315° to 360° = +9

Step 3a: Adjust...

If wrist is bent from the midline: +1

Final Wrist Score = 2

Step 4: Wrist Twist

If wrist is twisted in mid-range = 1
If twist at or near end of range = 2

Wrist Twist Score = 2

Step 5: Look-up Posture Score in Table A

Use values from steps 1, 2, 3 & 4 to locate Posture Score in Table A

Posture Score A = 4

Step 6: Add Muscle Use Score

If posture mainly static (i.e. held for longer than 1 minute): 0
If action repeatedly occurs 4 times per minute or more: +1

Muscle Use Score = +1

Step 7: Add Force/load Score

If load less than 2 kg (intermittent): 0
If 2 kg to 10 kg (intermittent): +1
If 2 kg to 10 kg (static or repeated): +2
If more than 10 kg load or repeated or shocks: +3

Force/load Score = +3

Step 8: Find Row in Table C

The completed score from the Arm/Wrist analysis is used to find the row on Table C

Final Wrist & Arm Score = 8

SCORES

Table A

Upper Arm	Lower Arm	Wrist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist
1	1	1	1	2	3	4	5
1	2	1	2	1	2	3	4
1	3	1	3	1	3	4	5
1	4	1	4	1	4	5	6
2	1	2	2	2	3	3	3
2	2	2	2	2	3	3	3
2	3	2	3	2	3	3	3
2	4	2	4	2	4	3	4
3	1	3	3	3	3	3	3
3	2	3	3	3	3	3	3
3	3	3	3	3	3	3	3
3	4	3	4	3	4	3	4
4	1	4	4	4	4	4	4
4	2	4	4	4	4	4	4
4	3	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4	4
5	1	5	5	5	5	5	5
5	2	5	5	5	5	5	5
5	3	5	5	5	5	5	5
5	4	5	5	5	5	5	5
6	1	6	6	6	6	6	6
6	2	6	6	6	6	6	6
6	3	6	6	6	6	6	6
6	4	6	6	6	6	6	6
7	1	7	7	7	7	7	7
7	2	7	7	7	7	7	7
7	3	7	7	7	7	7	7
7	4	7	7	7	7	7	7
8	1	8	8	8	8	8	8
8	2	8	8	8	8	8	8
8	3	8	8	8	8	8	8
8	4	8	8	8	8	8	8
9	1	9	9	9	9	9	9
9	2	9	9	9	9	9	9
9	3	9	9	9	9	9	9
9	4	9	9	9	9	9	9

Table C

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	2	3	4	5	6	7	8
2	1	2	3	4	5	6	7	8
3	1	2	3	4	5	6	7	8
4	1	2	3	4	5	6	7	8
5	1	2	3	4	5	6	7	8
6	1	2	3	4	5	6	7	8
7	1	2	3	4	5	6	7	8
8	1	2	3	4	5	6	7	8
9	1	2	3	4	5	6	7	8

Final Score = 5

B. Neck, Trunk & Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position

1. 0° to 15° = +1
15° to 45° = +2
45° to 90° = +3
90° to 135° = +4
135° to 180° = +5
180° to 225° = +6
225° to 270° = +7
270° to 315° = +8
315° to 360° = +9

Step 9a: Adjust...

If neck is twisted: +1
If neck is side-bending: +1

Final Neck Score = 2

Step 10: Locate Trunk Position

1. 0° to 15° = +1
15° to 45° = +2
45° to 90° = +3
90° to 135° = +4
135° to 180° = +5
180° to 225° = +6
225° to 270° = +7
270° to 315° = +8
315° to 360° = +9

Step 10a: Adjust...

If trunk is twisted: +1
If trunk is side-bending: +1

Final Trunk Score = 2

Step 11: Legs

If legs & feet supported and balanced: +1
If not: +2

Final Leg Score = 1

Table B

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	2	3	4	5	6	7	8
2	1	2	3	4	5	6	7	8
3	1	2	3	4	5	6	7	8
4	1	2	3	4	5	6	7	8
5	1	2	3	4	5	6	7	8
6	1	2	3	4	5	6	7	8
7	1	2	3	4	5	6	7	8
8	1	2	3	4	5	6	7	8
9	1	2	3	4	5	6	7	8

Step 12: Look-up Posture Score in Table B

Use values from steps 9, 10 & 11 to locate Posture Score in Table B

Posture B Score = 2

Step 13: Add Muscle Use Score

If posture mainly static or: 0
If action 4 minutes or more: +1

Muscle Use Score = +1

Step 14: Add Force/load Score

If load less than 2 kg (intermittent): 0
If 2 kg to 10 kg (intermittent): +1
If 2 kg to 10 kg (static or repeated): +2
If more than 10 kg load or repeated or shocks: +3

Force/load Score = +3

Step 15: Find Column in Table C

The completed score from the Neck/Trunk & Leg analysis is used to find the column on Chart C

Final Neck, Trunk & Leg Score = 6

Name: Subject 1
Section: investigation
Task: push/pull
Assessor: examiner 1
Date: ## ## ##

FINAL SCORE: 1 or 2 = Acceptable; 3 or 4 investigate further; 5 or 6 investigate further and change soon; 7 investigate and change immediately

Fig.8 Calculul scorului de confort ocupational in activitatea tehnologica de tip pull/push prin procedura RULA

Studiul posturii în echilibrul bipodal dezvoltat în manevrările tehnologice de tip *pull/push*

REBA Employee Assessment Worksheet Permission granted by Dr Lynn McAnnamany to convert the paper based format to an Excel spreadsheet version.

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 1: Locate Neck Position

Step 1a: Adjust....
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

Neck Score: 2

Step 2: Locate Trunk Position

Step 2a: Adjust....
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

Trunk Score: 3

Step 3: Legs

Step 3a: Adjust....
If load is 5 to 10kgs +1
If load >22lbs +2
Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

Leg Score: 4

Step 4: Look-up Posture Score in Table A

Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A

Neck Score	Trunk Score	Leg Score	Posture Score A
2	3	4	7

Step 5: Add Force/Load Score

If Load < 5kgs: +0
If Load is 5 to 10kgs +1
If load >22lbs +2

Force/Load Score: 3

Step 6: Score A, Find Row in Table C

Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A.

Score A = 7 + 3 = 10

B: Arms and Wrist Analysis

Step 7: Locate Inner Arm Position:

Step 7a: Adjust....
If shoulder is raised: +1
If Upper Arm is abducted: +1
If arm is supported or leaning: -1

Upper Arm Score: 2

Step 8: Locate Lower Arm Position:

Lower Arm Score: 1

Step 9: Locate Wrist Position:

Step 9a: Adjust....
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

Wrist Score: 1

Step 10: Look-up Posture Score in Table B:

Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

Upper Arm Score	Lower Arm Score	Wrist Score	Posture Score B
2	1	1	1

Step 11: Add Coupling Score

Well fitted handles and mid range power grip, good: +0
Acceptable but not ideal hold or coupling: +1
Acceptable with another body part, fair: +1
Hand hold not acceptable but possible, poor: +2
No handles, awkward, unsafe with any body part, unacceptable: +3

Coupling Score: 0

Step 12: Score B, Find column in Table C

Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B

Score B = 1 + 0 = 1

Step 13: Activity Score

+1 1 or more body parts are held longer than a minute (static)
+1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)
+1 Action causes rapid large range change in postures or unstable base

Activity Score: 0

Table C Score: 10

Final REBA Score: 10

Scoring:

- 1 = Negligible risk
- 2 or 3 = low risk, change may be needed
- 4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon
- 8 to 10 = high risk, investigate & implement change
- 11+ = very high risk, implement change

Fig.9 Calculul scorului de confort ocupational in activitatea tehnologica de tip pull/push prin procedura REBA

Din analiza realizată prin procedura RULA sau REBA (proceduri în care se stabilesc limitele confortabile și normale de mișcare ale fiecărui segment al corpului uman implicat în acțiunile de tip pull/push) s-au obținut coeficienți finali în valoare de 5, în cazul RULA și 10 în cazul REBA ceea ce indică, în ambele cazuri “risc înalt, începerea procedurii de investigare a cauzelor și implementarea rapidă a unor schimbări” în postură, limite de mișcare sau asigurare stare de confort.

Astfel prin determinarea coeficienților de corelație tip Spearman și Pearson se pot extrage concluzii referitoare la alegerea poziției celei mai corecte (așezare picioare în baza de sprijin, poziția acestora pe durata acțiunii, poziția și limitele de mișcare ale ansamblului braț-mână etc.) pentru derularea unei activități în care sunt implicate mișcări de tip *pull-push*.

Valorile coeficienților menționați, mai apropiate de zero, implică o corelare slabă între parametrii aleși, iar cele mai apropiate de valorile +/-1, o corelare bună.

În urma determinării acestor valori s-a constatat că poziția care asigură cea mai bună și ergonomică manevrabilitate, cu efort redus, cu consum minim de energie și care nu induce oboseală profesională este postura și poziția picioarelor din fig.2 g și h, pentru operația de împingere și respectiv postura și poziția picioarelor din fig.2 i și j, pentru operația de tragere.

Bineînțeles că și aceste posturi, poziționările brațelor și ale picioarelor pot avea mici abateri valorice în funcție de dimensiunile antropometrice ale subiecților, dar în proporție de 87% ele au fost validate pentru subiecții din eșantionul analizat.



BIBLIOGRAFIE

- [1] Ergonomic Guidelines for Manual Material Handling, NIOSH, California Department of Industrial Relations, 2007;
- [2] Baritz M. Et al, Sinteza „Dezvoltarea unui Sistem de Analiză Bio-Comportamentală a Factorului Uman in Raport cu Stimulii Externi. Managementul Interacțiunilor dintre Factorul Uman si Mediul de Acțiune in Vederea Optimizării Conexiunilor Active si Pasive” - POSDRU/159/1.5/S/134378;
- [3] A. Darabont, S. Pece „Protectia muncii”, Editura Didactica și Pedagogica, București, 1996;
- [4] Norhidayah Hashim, Seri Rahayu Kamat and Mohd Shahrizan Othman „A Study on Push-Pull Analysis Associated with Awkward Posture among Workers in Aerospace Industry”, Proceedings of the 2014 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Bali, Indonesia, January 7 – 9, 2014;
- [5] Andrew I Todd, “Current Trends In Research Focused On Pushing And Pulling”, Ergonomics Unit, Rhodes University, Grahamstown, South Africa, 2005;
- [6] Yi-Lang CHEN, Yu-Chi LEE and Tin-Chi HSU “Isometric Push and Pull Strengths of Young Taiwanese Males”, Industrial Health 2011, **49**, 696–702;
- [7] Human Modeling, Version 5 Release 19 December 2008 EDU_CAT_EN_HMN_FF_V5R19, DASSAULT SYSTEMES
- [8] Baritz M, Cotoros D., “Correlative analyze of repetitive technological processes influences on human behavior and working comfort”, International Journal of Modern Manufacturing Technologies, ISSN 2067–3604, Vol. IV, No. 1 / 2012;
- [9] Pushkar Kolhe Neil Dantam Mike Stilman “Dynamic Pushing Strategies for Dynamically Stable Mobile Manipulators” IEEE International Conference on Robotics and Automation ICRA'10, May, 2010;