

## INTERACȚIUNEA OM – VEHICUL – MEDIU

*F.Constantin*

*Universitatea Transilvania din Brașov*

### 1. BIODINAMICA - RAMURĂ A BIOMECHANICII

Biomecanica este o știință care aplică legile și modurile de raționament ale mecanicii la studiul organismelor vii și, în particular, la om. Biomecanica este de fapt mecanica aplicată la biologie. Cele trei subdiviziuni ale mecanicii statica, cinematica și dinamica sunt la baza diverselor și numeroaselor probleme studiate în biomecanică: biomecanica în probleme industriale și agricole; biomecanica în domeniul forestier, biomecanica în medicină, în diagnosticul medical, în sănătate și tratament, biomecanica în sport, biomecanica în aeronautică și securitatea rutieră. Problemele cele mai importante sunt însă cele legate de sănătatea omului, siguranța rutieră și aeriană. Biomecanica este o știință relativ nouă, în plină expansiune și care în fiecare zi își descoperă noi posibilități.

Un domeniu important al biomechanicii este biodinamica cea care studiază comportamentul dinamic al diferitelor părți ale corpului uman, cât și al corpului în ansamblu. De asemenea, ea se ocupă și de efectele vibrațiilor asupra corpului uman. Biomecanica aplicată va trebui, în funcție de diversele teste de rezistență, să stabilească limitele de toleranță ale corpului uman.

Scopul final al biomechanicii este de a crea un model matematic, care să descrie cantitativ mișcările tuturor părților esențiale ale corpului, cu toate influențele posibile ale forțelor exterioare.

Vibrațiile, care acționează asupra corpului uman, sunt amplificate sau amortizate după legile mecanicii vibrațiilor, deoarece corpul se comportă ca un sistem elastic cu amortizare.

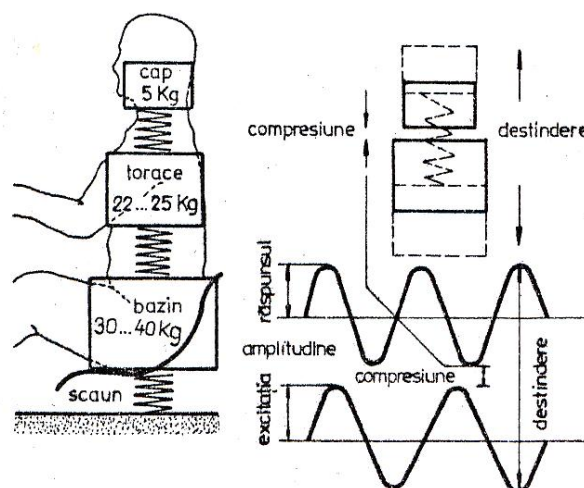
### 2. EFECTELE VIBRAȚIILOR ASUPRA CONDUCĂTORILOR AUTO

Corpul omenesc se constituie ca un sistem fizic și totodată biologic, de o natură extrem de complexă, proprietățile lui modificându-se cu ușurință datorită vibrațiilor la care este expus. Când vibrațiile depășesc anumite limite apar efectele mecanice, concretizate prin leziuni ale diferitelor

organe interne. Efectul biologic apare ca urmare a excitării sistemului nervos, ducând la modificarea capacității de muncă prin apariția stării de oboseală și reducerea atenției.

Deși vibrațiile, la care este supus conducătorul auto, se transmit acestuia în plan vertical, orizontal și transversal, se apreciază că vibrațiile verticale, care se transmit prin intermediul scaunului, sunt cele care determină în cea mai mare măsură înrăutățirea stării de sănătate.

Față de conducătorii autovehiculelor cu suspensii, care se deplasează pe drumuri asfaltate de categorie medie, tractoriștii sunt expuși la vibrații de la 2 până la 4 ori mai mari în timpul lucrărilor pe câmp și de la 5 până la 7 ori mai mari în timpul deplasărilor pe șosele sau drumuri neamenajate.



**Figura 1.** Efectele vibrațiilor asupra coloanei vertebrale.

Pentru explicarea efectelor mecanice ale vibrațiilor scaunului asupra organelor interne și a coloanei vertebrale conducătorului auto i se poate atașa modelul mecanic cu trei grade de libertate (v. fig.1) format din trei mase: capul, toracele și bazinul legate cu organe flexibile – mușchi, ligamente, cartilajii – care le asigură o suspendare elastică. Coloana vertebrală și organele interne sunt supuse la compresii și destinderi succesive. Aceste mișcări nedorite vor produce la nivelul fiecărui disc intervertebral o tasare laterală și o răsucire a coloanei vertebrale, având ca efecte unele nevralgii lumbago și sciatică, precum și unele dureri

articulare cronice. Mișcarea vibratorie aplicată suportului scaunului se transmite celor trei mase, împingându-le la fiecare mișcare vibratorie nouă.

Vibrațiile, care prezintă un interes deosebit pentru conducătorii auto și constituie un domeniu foarte periculos în ceea ce privește influența lor asupra organismului, se află în gama de frecvențe cuprinsă între 1Hz și 30Hz. În general, la frecvențe sub 3 Hz corpul uman se comportă ca o masă unitară, iar simptomele care apar prezintă intensități diferite: de la un ușor discomfort până la greață, vărsături, paloare a feței, transpirații reci și chiar la fenomene mult mai severe, care obligă la întreruperea călătoriei. Vibrațiile de frecvență mică, situate în domeniul 3 ... 30 Hz, sunt transmise de-a lungul întregului corp, iar țesuturile și organele răspund diferit la forțele fluctuante ale vibrației. În afară de frecvență acțiunea acestei vibrații este determinată și de mărimea accelerației, direcția transmiterii vibrației prin corp, de poziția corpului, starea fizică a conducătorului auto și timpul de acțiune al vibrațiilor. În principal sunt afectate organele interne abdominale și sistemul osteo-muscular. Sensibilitatea conducătorului auto la vibrații este maximă în domeniul 4 ... 8 Hz. În acest domeniu apare și prima rezonanță, în care este solicitat sistemul abdomeno-torace și articulația umărului. În domeniul 10 ... 12 Hz este afectată coloana vertebrală. Un alt domeniu de rezonanță îl găsim în jurul valorilor de 20 ... 30 Hz și se repercutează asupra sistemului gât-umăr-cap, având drept rezultat tulburări de acuitate vizuală.

Vibrațiile se percep în mod diferit, în funcție de poziția corpului față de direcția de acțiune a vibrațiilor, de variația vibrației în timp, de modul de acțiune – discontinuu sau continuu, de durata lor de acțiune, de frecvența și amplitudinea vibrației.

Un scaun cu o suspensie necorespunzătoare poate duce la scăderea randamentului conducătorului și deteriorarea sănătății acestuia. Cercetările pot fi efectuate pe instalația hidropuls prezentată în fig. 2. Pe această instalație se testează calitățile elastice și de amortizare ale suspensiei scaunului în vederea asigurării confortabilității.

Atât în țară cât și în străinătate cercetările s-au extins, urmărindu-se comportamentul fizic, fiziologic și psihologic al conducătorului auto supus la vibrații verticale. S-a constatat că există o corelație între solicitarea fizică prin vibrații și comportamentul fiziologic și psihologic al acestuia.

În fig. 3 se prezintă influența suspensiei scaunului asupra pulsului conducătorului auto. Conducătorul auto testat în vârstă de 49 ani a fost

supus unei excitații armonice cu amplitudinea de 10 mm în domeniul de frecvențe de la 1 Hz la 8 Hz. În cazul scaunului cu suspensie nereglată se constată o creștere a pulsului de la 63 pulsații/min. la 90



Figura 2. Instalația hidropuls pentru încercări.

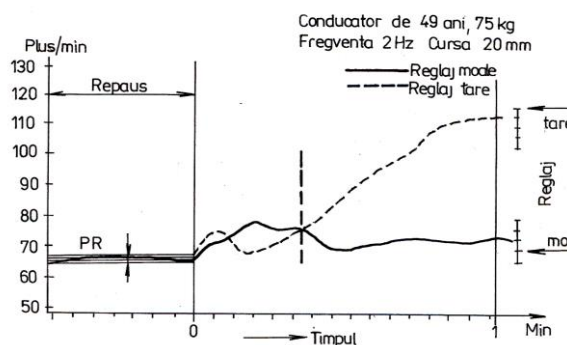


Figura 3. Influența suspensiei scaunului asupra pulsului.

pulsații/min., față de suspensia îmbunătățită la care persoana testată ajunge doar la 75 pulsații/min. De asemenea, timpul de revenire la pulsația de repaus este de 19 s la suspensia neîmbunătățită, față de 5 s la suspensia reglată în funcție de greutatea persoanei și condițiile de lucru.

În fig. 4 se arată importanța reglajului scaunului în funcție de masa conducătorului auto asupra pulsului. Se observă că un reglaj tare, necorespunzător pentru masa de 75 kg duce la o creștere pronunțată a pulsului până la 110 puls/min.

În fig. 5 se remarcă o creștere a pulsului conducătorului auto de 49 ani și 85 kg, supus la

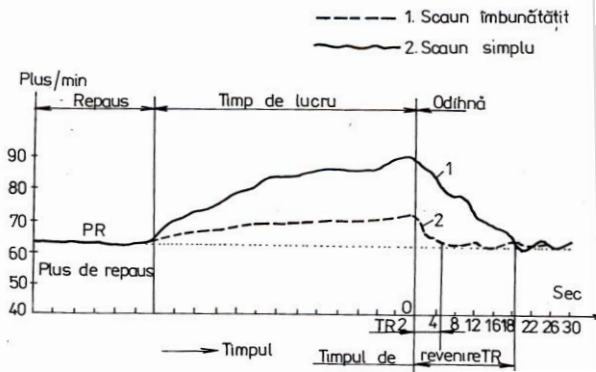


Figura 4. Reglajul scaunului funcție de masă.

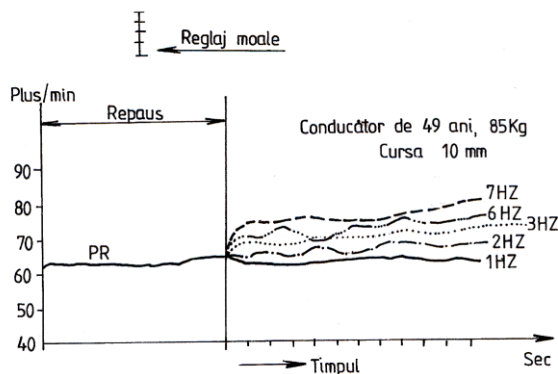


Figura 5.

vibrații cu frecvențe cuprinse între 1 Hz și 7 Hz, și un reglaj moale al suspensiei. În cercetările efectuate în străinătate, s-a demonstrat că o suspensie necorespunzătoare, duce la un consum mai mare de calorii, din partea conducătorului auto. De asemenea, consumul de oxigen exprimat în l/min, poate ajunge până la valoarea de 1 l/min. în timpul lucrului (testului) la suspensia nereglată, față de numai 0,50 l/min - pentru suspensia îmbunătățită (v. Fig.6)

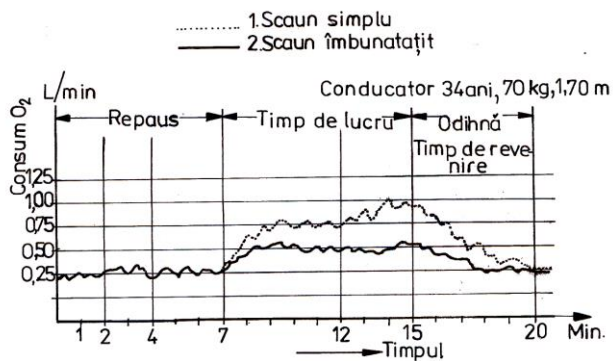


Figura 6.

### 3. MĂSURI DE ATENUARE A INFLUENȚEI VIBRAȚIILOR ASUPRA STĂRII DE SĂNĂTATE A CONDUCĂTORILOR AUTO

Proiectanții și constructorii de autovehicule din întreaga lume se preocupă tot mai mult de realizarea unor scaune funcționale, care să ofere condiții fiziologice corespunzătoare de lucru. Se urmărește, de asemenea, „umanizarea” locului de muncă, adică proiectarea scaunului să se facă într-o asemenea manieră încât munca să nu-i prejudicieze viața și să nu-l obosească peste posibilitățile de refacere ale organismului în timpul odihnei.

Pentru atenuarea influenței vibrațiilor asupra conducătorului auto trebuie îndeplinite următoarele cerințe:

a) scaunul conducătorului trebuie să permită prin dispozitivele atașate reglarea suspensiei în funcție de masa conducătorului și condițiile de drum, reglarea în plan vertical și longitudinal precum și reglarea spătarului și a șezutei conform tabelului 1.

Tabelul 1.

REGLAJELE SCAUNULUI						
DENUMIREA	REGLAJULUI	CIND SE REGLEAZA	CU CE SE ACTIONEAZA	TIPUL REGLAJULUI	VALOAREA REGLAJULUI	SYMBOUL REGLAJULUI
DE GABARIT	PE VERTICALĂ	REPAUS	MINĂ SAU PICIOR *	CONTINUU	± 60 mm (0 - 120)	
	PE ORIZZONTALĂ LONGITUDINAL	REPAUS	MINĂ	ÎN TREPTE	± 75 mm (0 - 150)	
UNGHUIARE	ÎNCLINAREA SPĂTARULUI	REPAUS	MINĂ	CONTINUU SAU ÎN TREPTE	5 - 15°	
	ÎNCLINAREA ȘEZUTEI	REPAUS	MINĂ	CONTINUU SAU ÎN TREPTE	3 - 12°	
DE SUSPENSIE	FUNCȚIE DE GREUTATEA TRACTORISTULUI	REPAUS	MINĂ SAU PICIOR *	CONTINUU	60 - 120 N	
	FUNCȚIE DE NEREGULARITĂȚILE SOLULUI ȘOSEI SAU AVAURULUI	MERS	MINĂ SAU PICIOR *	CONTINUU SAU ÎN TREPTE	-	

\* în cazul suspensiilor pneumatice sau hidroamortizatoare

b) forma și dimensiunile scaunului au o importanță deosebită în diminuarea solicitărilor fiziologice, la care este supus conducătorul auto. Conducerea cât mai comodă a autovehicolului este determinată și de perna și spătarul scaunului, care trebuie să urmărească cât mai fidel conturul corpului uman. Forma concavă a suprafeței de ședere și a spătarului poate sporii confortul. Forma scaunului trebuie să asigure repartizarea presiunii pe curbe izobare și cât mai uniform distribuite pe suprafața de ședere și pe spătar. Cercetările efectuate pe plan internațional s-au finalizat cu realizarea unui scaun cu spătar pneumatic pentru regiunea lombară. Suportul lombar pneumatic este

astfel conceput încât să permită adaptarea lui la diferite dimensiuni antropometrice ale conducătorilor auto, la diferite greutateți și forme individuale ale coloanei vertebrale lombare și să permită mișcările firești ale corpului.

c) introducerea unei suspensii pneumatice sau hidropneumatice în construcția scaunului duce la atenuarea efectelor vibrațiilor asupra corpului uman în proporție de 30% - 40%.

d) frecvența proprie de rezonanță a scaunului trebuie să fie în domeniul 1,5Hz ... 3Hz. Se va evita domeniul 4Hz ... 8Hz, în care sensibilitatea omului la vibrațiile verticale este maximă.

În fig. 7, pozițiile A și B ale conducătorului sunt greșite, spătarul nu asigură o repartizare uniformă a presiunii pe iscurile intervertebrale. Poziția C este poziția corectă, în care spătarul cu suportul lombar pneumatic, asigură o așezare a coloanei vertebrale după o curbă naturală și o distribuție favorabilă a presiunii în discurile intervertebrale.

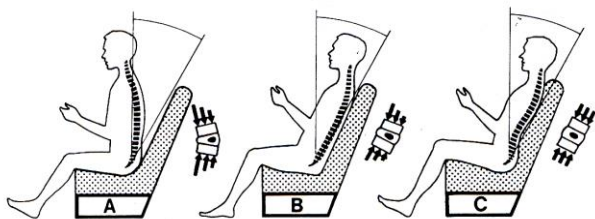


Figura 7.

## Bibliografie

1. **Dorling, E.** *Arbeitsphysiologische Analyse eines Fahrzeugsitzes, Hamburg.*
2. **Depuis, H., Dteeger, D.** *The pneumatic lumbar region support by Isringhauser. The Johannes – Gutenberg University, Mainz, R.F.G., 1984*
3. **Constantin, Fl., Secara E.** *Posibilități de atenuare a vibrațiilor scaunului tractoarelor pe roți în vederea asigurării securității tractoristului// Universitatea Tehnică a Moldovei, Conferința Științifică Internațională “Tehnologii moderne, calitate, restructurare”, TMCR 2003, Chișinău, Republica Moldova, Buletinul Științific, vol. 3, pag.53 ...56, 2003*
4. *Effets des vibrations des basses fréquences sur l’home. Extrait de l’édition INRS nr.598, France, 1987.*
5. *Human Body Vibration, Technical review, nr.1, 1982, Bruel&Kyaer.*
6. *Biomecanica, Editura Academiei Române, București, 1989.*