

38. Stackenbrandt H. Die Heradelat bei der Dupuytren'schen Kontraktur, dargestellt an 5 Stammen bauman, Juang-Dissent, Munster, 1932.
39. Stasov V. Gh., Jihareva L. S. Primenenii piavok v isledovaniiah protesov reghenerații organisma celoveka [The use of leeches in the researches of regeneration processes of the human body]. Mat. 7-i naucino-practicescoi conferenții Asoțiații ghirudologov Rosii. [The material of the 7 scientific and Practical conference of the Russian Hirudotherapy Association]. 2001, 46-47.
40. Șeremet Gr. Sănătate cu lipitori [Health with leeches]. Formula AS, 2012, 1035: 10-12.
41. Tubiana R. Evaluation des deformations dans la maladie Dupuytren. Ann. Chir. Main, 1986.
42. Tubiana R., Michon J. Classification de la maladie de Dupuytren. Mem. Acad. Chir., 1961.
43. Tubiana R. Overview on surgical treatment of Dupuytren's contracture. In: Dupuytren's Disease, red. J.T. Hueston, R. Tubiana, Churchill-Livingstone, N.Y., 1985.
44. Zeumer G. Praxis der Handchirurgie. J.A. Barth, Leipzig, 1990.

ROLUL APARATULUI LIGAMENTAR ÎN BIOMECANICA COLOANEI VERTEBRALE

(revista literaturii)

Sandu Macrițchi

(Cond. șt. dr. hab., prof. univ. Gheorghe Baciu; doctor, conf.univ. Radu Turchin)
Catedra Anatomie topografică și Chirurgie operatorie, USMF «Nicolae Testemițanu»

Summary

The role of ligament apparatus in the biomechanics of the spinal column

The notion of biomechanics can be increasingly found in scientific literature from the latest years. This scientific branch started to develop faster in the '70s. As science, the biomechanics can explain a lot of processes and phenomena that occur during the complex activity of the living organism and correlation of different tissues and systems, including the relations with the environment.

Rezumat

Noțiunea de biomecanică tot mai des se întâlnește în literatura științifică din ultimii ani. Această ramură științifică a început să se dezvolte mai vertiginos în anii 70 ai secolului trecut. Astfel, în 1972, Laithil, a realizat o lucrare despre modul de mișcare a animalelor în apă, iar ceva mai târziu, Goldsmith, a publicat o vastă lucrare ce ține de mișcarea eritrocitelor în timpul circulației sangvine la nivel de țesuturi. Totodată, biomecanica, ca știință, poate explica mai multe procese și fenomene care au loc în timpul funcționării integrale a organismului viu și corelarea activității diferitor țesuturi și organe, inclusiv și raporturile cu mediul extern.¹³

O deosebită importanță capătă cunoașterea mecanismelor de mișcări, la care participă diferite componente ale corpului uman și valoarea fiecărui segment aparte în realizarea locoțiilor coordonate ale corpului.^{13,15} În acest context se cere evidențiată valoarea sistemului osos și ligamentar, care constituie un ansamblu complex de țesuturi integrate între ele la realizarea mișcărilor. În această privință coloana vertebrală este o formațiune anatomo-funcțională de bază care servește drept pilon pentru sprijin, participând activ la toate procesele locomotorii. Coloana vertebrală este formată din 33-34 vertebre, dintre care 24 – libere (7 cervicale, 12 toracice, 5 lombare), iar celelalte sunt concreșcute între ele și formează osul sacral și coccis.^{1,4,10}

La om, coloana vertebrală ocupă o poziție verticală, cu patru curburi fiziologice în plan sagital. Curburile segmentului cervical și lombar se numesc lordoze, iar cele ale segmentelor toracal și sacral – cifoze.^{17,18,19} Dezvoltarea curburilor fiziologice în ontogeneză parcurge trei etape:

1. În prima perioadă, pe parcursul a două-trei luni după naștere, când copilul începe să-și ridice capul, se formează lordoza cervicală, constituită din toate vertebrele cervicale și primele toracale.
2. În cadrul perioadei a doua, la vârsta de 1-2 ani, când copilul se ridică în poziție verticală, începe a merge, se formează lordoza lombară (constituită din vertebrele lombare), concomitent și cifoza sacrală (din convexitatea osului sacral).
3. Perioada a treia începe cu vârsta de șapte-opt ani, când se formează cifoza toracică, cu curbura orientată posterior.^{1,4,10}

Curburile fiziologice ale coloanei vertebrale majorează proprietățile de amortizare ale acesteia. Sub acțiunea factorilor externi proprietățile date se schimbă în decursul zilei.^{1,17}

La lordoza cervicală convexitatea curburii e orientată spre anterior, cu cel mai proeminent nivel al curburii dintre vertebrele C₅ - C₆. La lordoza lombară convexitatea curburii la fel este orientată spre anterior, care la nivelul vertebrei L₄ este cel mai proeminent loc al curburii. La cifoza toracală, la care convexa curburii este orientată spre posterior, cel mai proeminent loc al cifozei este la nivelul vertebrelor T₆ - T₇, iar la cifoza sacrală convexa e mai proeminentă la vertebra S₄. Formarea definitivă a coloanei vertebrale se termină la vârsta de 21-23 ani la bărbați, la femei, la vârsta de 23-25 ani.¹⁸

Principalele elemente în biomecanica coloanei vertebrale sunt pe primul plan discurile intervertebrale, fiind constituite din inelul fibros și nucleul pulpos. Inelul fibros limitează mișcările rotative. Nucleul pulpos are funcția de amortizare, și are aspectul unei cavități închise umplute cu masă gelatinoasă ce se află în presiune. În momentul mișcării vertebrele parcă se împing una de la alta.¹⁸ Trebuie de ținut cont că biomecanica coloanei vertebrale depinde de starea discurilor intervertebrale, îndeosebi al nucleului pulpos. Discurile intervertebrale au un rol de amortizare între vertebre și permite efectuarea mișcărilor ca: îndoirea, dezdoirea precum și înclinări spre lateral. În regiunile mobile ale coloanei vertebrale (cervicală și lombară), înălțimea discurilor intervertebrale este mai mare, îndeosebi între ultima vertebră toracală și prima lombară. La omul matur 20-25% din înălțimea coloanei vertebrale constituie discurile intervertebrale.^{1,17,18}

Sistemul ligamentaro-articular și mușchii participă în mod activ la fortificarea coloanei vertebrale ca pilon, precum și la mișcările locomotorii.

La fixarea vertebrelor participă ligamentul longitudinal anterior și posterior. Ligamentul longitudinal anterior are originea de la tuberculul faringian și se întinde pînă la 2-3 linii transverse de pe fața sacrului. Ligamentul longitudinal posterior are originea de pe fața posterioară a vertebrelor C₂ și se plasează în interiorul canalului vertebral terminându-se în canalul sacral, pe fața posterioară a vertebrelor sacrale.^{4,10,17,18} O particularitate importantă a ligamentului longitudinal anterior este că acest ligament este legat slab de inelele fibroase, în schimb este fixat bine de corpurile vertebrelor.¹⁸ În caz de traume tasate cu eschile osoase, în momentul reînclinării, ligamentul participă la aranjarea fragmentelor osoase.^{2,11,16} Arcurile vertebrelor sunt unite prin intermediul ligamentului galben. Apofizele spinoase sunt fixate cu ajutorul ligamentului interspinal și a ligamentului supraspinal, ce au drept rol limitarea încovoierii coloanei vertebrale. Apofizele transversale sunt consolidate de ligamentul intertransversal, care limitează mișcărilor laterale.^{4,7,17}

În articulația atlantooccipitală mișcările spre anterior se efectuează pînă la 20°, spre posterior 30°, spre lateral de la 30° pînă la 40°. În regiunea cervicală a coloanei vertebrale de la linia sagitală se efectuează mișcări circulare pînă la 45°, îndoirea pînă la 40° și dezdoirea pînă la 80°. În regiunea toracală la sumarea mișcărilor se fac: circulare – pînă la 30°, îndoirea – pînă la 40° și dezdoirea în limita 20°. La sumarea mișcărilor din regiunea lombară îndoirea poate fi efectuată pînă la 60°, dezdoirea 35°, înclinări spre lateral pînă la 25°, iar mișcările rotaționale în limita de 5°. La nivelul articulației sacrococcigiene mișcările sunt limitate și uneori lipsesc, însă la femeile tinere mișcarea se păstrează.¹⁷ Suprafața posterioară a coloanei vertebrale e formată de arcade și de șapte apofize: una impară – apofiza spinoasă, și două orientate lateral – apofizele transversale. Pe părțile laterale ale arcului se află cîte două apofize articulare superioare și două

inferioare.¹ În dependență de regiunea colanei vertebrale sunt careva deosebiri în suprapunerea vertebrelor care contribuie la efectuarea mișcărilor: la nivelul regiunii toracale apofizele sunt plasate una peste alta ca ”țigla” pe casă, dar în regiunea cervicală, în special cea lombară apofizele sunt îndreptate practic perpendicular în plan frontal, iar între apofize se observă spații mai mari.¹⁸

Mușchii, care participă la biomecanica coloanei vertebrale:

1. *m. erector spinae* și părțile lui componente: *m. iliocostalis*; *m. longissimus*; *m. spinalis*.
2. *m. transversospinalis*: *m. semispinalis*; *m. m. multifidi et rotatores*.
3. În partea de sus: *m. trapezius*, *m. m. splenius capitis et cervicis*.⁷

Mișcările coloanei vertebrale se efectuează în următoarele limite:

- în jurul axei frontale – o flexie pînă la o amplitudine de 160° și o extensie pînă la 45°.
- în jurul axei sagitale – înclinări laterale pînă la o amplitudine de 165°.
- în jurul axei verticale – rotații ale trunchiului la dreapta și la stînga cu o amplitudine generală de 120°.^{1,18}

În anii 1970-1974, profesorul Gh. Baciuc, în cadrul unor cercetări experimentale pe vertebre(cadavarice), a stabilit rezistența mecanică a segmentelor toracice și mecanismul lor de fracturare la acțiunea compresională asupra cutiei toracice (pe biomanechene).^{2,3,11,12} Experiențe similare de acțiune a forței dinamice (lovire) a efectuat colectivul catedrei de medicină legală a Institutului de Medicină nr.1 din Moscova, sub conducerea profesorului Alexandru Gromov. Această echipă de cercetători a demonstrat că cele mai trainice vertebre sunt vertebrele L₄₋₅, iar la vertebrele C₃₋₄ s-a constatat o rezistență minimă.^{15,16} După datele autorilor, limita rezistenței vertebrelor este reprezentată în modul următor (tab. 1).

Tab.1

Rezistența vertebrelor în acțiunea forței dinamice

Denumirea vertebrelor	Limita rezistenței kg/forță	Denumirea vertebrelor	Limita rezistenței kg/forță	Denumirea vertebrelor	Limita rezistenței kg/forță
C ₁	800	T ₂	436	T ₁₀	860
C ₂	510	T ₃	467	T ₁₁	917
C ₃	404	T ₄	522	T ₁₂	1054
C ₄	408	T ₅	551	L ₁	1059
C ₅	453	T ₆	619	L ₂	1175
C ₆	563	T ₇	681	L ₃	1269
C ₇	464	T ₈	824	L ₄	1296
T ₁	775	T ₉	840	L ₅	1286

Rezistența dinamică a discurilor intervertebrale a fost studiată după ce s-au pregătit preparate speciale. Au fost secționate corpurile vertebrelor în așa mod încît discurile intervertebrale au rămas în limita corpurilor vertebrelor supraiacente și subiacente. În total au fost studiate 5 cervicale, 23 toracale și 10 lombare. În concluzie s-a constatat că la nivelul regiunii cervicale, limita rezistenței a fost egală cu 486kg/forță; la nivelul regiunii toracale s-a estimat rezistență egală cu 1270kg/forță, iar la nivelul celei lombare – 1502kg/forță.^{15,16}

Pentru determinarea rezistenței coloanei vertebrale la nivelul curburilor fiziologice au fost efectuate experimente cu aplicarea forței în plan vertical la regiunea cervicală, toracală, lombară. S-a determinat că în regiunea cervicală rezistența este cuprinsă între 120-170_{kg/forță}, în deformație elastică de la 4,0 pînă 5,2_{mm}. Limita rezistenței în regiunea toracală ajunge pînă la 190_{kg/forță}, în deformație elastică este egală cu 5,3_{mm}.^{15,16} După cum a demonstrat profesorul Gh. Baciuc, rezistența regiunii toracale a coloanei vertebrale în ansamblu cu cutia toracică este de 240_{kg/forță} și în deformație elastică 33_{mm}.^{2,3,11,12} În urma efectuării experimentelor s-a constatat: în

mărirea lordozei cervicale la traumatism se supunea ligamentul longitudinal anterior, se rupea discul intervertebral de la marginea anterioară a corpului vertebrei C₄ și lezarea apofizelor. La nivelul lordozei lombare la traumatism se expunea vertebra L₃, traumatismul se manifesta prin ruperea ligamentului longitudinal anterior la fel desprinderea discurilor intervertebrale de pe marginea anterioară a vertebrelor supraiacente. Caracterul traumatismului în regiunile sus-numite ne vorbește că suprafața anterioară a coloanei vertebrale se întinde, iar suprafața posterioară se comprimă.^{11,12,15,16}

În momentul comprimării vertebrelor la nivelul cifozei toracale, se observă mărirea acesteia în limita vertebrelor T₃₋₅. Uneori se poate produce și un scolioz.¹¹ Caracterul acestui traumatism se lămurește prin faptul că se comprimă porțiunea ventrală și totodată întinderea porțiunii dorsale a coloanei vertebrale.¹⁵

Pentru a determina rezistența aparatului ligamentar și a musculaturii s-a folosit mașina PII – 100 cu o forță de 100_{kg} cu timpul extensiunii de 4-5_s. Experimentul au fost supuse 3 segmente ale coloanei vertebrale: complexul osului occipital cu C₁ până la T₁; T₂ până T₇; T₈ până L₁.¹⁶

În timpul extinderii unui segment s-a schimbat configurația, adică la suprafața dorsală a unei regiuni menționate mai sus, fapt ce a dus la îndreptarea ei și întinderea unor fragmente. Forța de 100_{kg} la nivelul regiunii II și III nu a produs vădite schimbări ale aparatului ligamentar. Dar în regiunea I în toate cazurile ducea la ruperea musculaturii, ligamentelor, discurilor intervertebrale și a articulației atlantooccipitale.¹⁵ Odată cu vârsta chiar și cu forța de 60-80_{kg} extinderea provoacă deformații, însoțite de ruperea aparatului ligamentar.^{8,9,16} Cele mai slabe formațiuni sunt articulația atlantooccipitală și musculatura în regiunea posterioară a gâtului cu 3-6_{cm}. mai jos de la locul inserției (os occipital); extinderea a provocat ruperea totală sau parțială a membranelor atlantooccipitale, și ruperea ligamentelor încrucișate de pe apofiza odontoidă. Capsula articulației intervertebrale la nivelul vertebrelor C₁-C₂ se întinde și se poate rupe.¹⁶

Toate elementele structurale ale coloanei vertebrale se modifică pe parcursul vieții omului. La nou-născuți discurile intervertebrale sînt înalte, apofizele articulare ale vertebrelor sînt pronunțate, pe cînd corpurile vertebrelor, apofizele spinoase și transversale, sînt dezvoltate mai puțin.^{1,9,18} Ontogenetic vertebrele lombare au o rezistență sporită la persoane cuprinse cu vârsta între 24-35 de ani. Trabeculele țesutului spongios în corpurile vertebrelor formează figuri triunghiulare în formă de triunghi isoscel.¹⁵ Vîrfurile acestui triunghi sunt orientate în sus și în jos, aria triunghiului fiind orientată spre suprafața corpului vertebrelor. Această structură a vertebrelor, după mulți autori, satisface funcția de sprijin și de mișcare. Odată cu vârsta, vîrfurile triunghiurilor se schimbă și duce la micșorarea rezistenței vertebrelor, influențind la amplitudinea mișcărilor a întregii coloane vertebrale.¹⁵ Totodată, discurile intervertebrale își pierd elasticitatea. Începînd cu vârsta de 30-35 de ani începe un proces de osificare a nucleului pulpos, mai ales în regiunea toracică a coloanei vertebrale. Dimensiunile nucleului pulpos se micșorează la vârsta de 50 de ani. La persoanele de vîrstă înaintată pot apărea puncte de calcifiere în ligamentul longitudinal anterior.^{1,9}

E necesar de accentuat, că un rol important în biomecanica coloanei vertebrale îl joacă hormonii. Ca exemplu, se poate de evidențiat estrogenii ce participă la sinteza calciului, androgenii fiind activi în sinteza albuminei.^{5,6} În carența hormonilor sexuali cel mai des se evidențiază osteoporoza, în stări fiziologice, menopauza și vîrstă înaintată.¹⁴ Profesorul Polgar a fost primul care a promovat concepția despre osteoporoza hormonală. El a făcut experimente pe cobai, i-a castrat, a observat ca urmare scăderea volumului de calciu în oase. Și după injectarea androgenilor totul revenea la normal.¹⁴ Osteoporoza se întîlnește atît la femei, cît și la bărbați, dar cel mai des la femei.^{5,6,14} Ca de exemplu după ovariectomie, concentrația de calciu la nivelul vertebrelor lombare în timp de un an se micșorează de la 6-20%, în timpul menopauzei doar cu 1-2%. Cel mai des, de osteoporoză suferă femeile ce depășesc vîrstă de 50 de ani, din cauza insuficienței hormonilor sexuali.¹⁴ Profesorul Nordin în 1971 a demonstrat că pe lîngă deficiența hormonală în geneza osteoporozei mai participă și resorpția oaselor. El a comparat schimbările histologice la trabeculele osoase de la femei sănătoase cu femei ce sufereau de osteoporoză

postmenstruală. El a ajuns la concluzia că volumul corpurilor vertebrelor la femei de vîrstă înaintată sunt mai mici decît la cele tinere. Pe de altă parte, la femeile ce suferă de osteoporoză postmenstruală dimensiunile corpurilor vertebrelor sunt mai mici decît la femeile cu vîrstă înaintată. În concluzie, se poate de evidențiat că în geneza osteoporozei se formează un ansamblu între deficiența hormonilor sexuali și mărirea resorbției oaselor.¹⁴

Ar fi bine de menționat că cu ajutorul angiografiei și tomografiei computerizate de către savanții biologi a fost dezlegată enigma picului evolutiv în biomecanica coloanei vertebrale și anume a celor mai iscușiți ucigași din lumea păsărilor – **bufnița**, care fac parte din familia Strigiformes, care au o vedere nocturnă formidabilă și un auz excelent. Din punctul de vedere al biomecanicii, bufnița este unicală prin faptul că își rotește capul pînă la 270°, lucrul care îi permite să-și pîndească prada fără a-și schimba poziția corpului.²⁰

În concluzie, biomecanica coloanei vertebrale are un rol aparte, precum și în ansamblu, luîndu-se în considerație sexul, vîrsta, traumatismele, stările patologice etc. Astfel, biomecanica fiind un compartiment al științelor medicale, odată cu dezvoltarea investigațiilor tehnice ne poate aduce în viitor noi descoperiri științifice în profilaxia maladiilor legate de coloana vertebrală precum, și noi metode performante de tratament.

Bibliografie

1. Baciu Gh. Anatomie și morfologie sportivă. Chișinău: Editura Lumina, 1993, p. 46-48.
2. Baciu Gh. Biomecanica, morfogeneza și aspectul lezional al toracelui la acțiuni compresionale (*Alocuțiune aniversară*). Chișinău: Centrul Editorial-Poligrafic *Medicina*, 2006, p. 26-29.
3. Baciu Gh., Pădure A., Șarpe V. Trauma vertebro medulară. În Trauma- tismele mecanice în aspect medico-legal. Chișinău: CEP, 2006, p. 62-68.
4. Papilian V. Anatomia omului. Vol. I. București: Editura Didactică și Pedagogică București, 1979, p. 23-24.
5. Guyton A.C. Tratat de fiziologie a omului ediția a 11-a. București: Editura Medicală Callisto, 2007, p. 980-982.
6. Haulică I. Fiziologia umană ediția a II-a. București, Editura Medicală, 1996, p. 788-798.
7. Sapin M. R. Anatomia omului. Chișinău: Editura Lumina, 1990, p. 165-170.
8. Stamatin S., Marin I., Pulbere P. Traumatologie și ortopedie. Chișinău: Editura Universitas, 1993, p. 221-232.
9. Șovrea A., Maria C. Histologie generală. Cluj Napoca: Editura medicală universitară «Iuliu Hațieganu», 2006, p. 71-79.
10. Ștefanet M. Anatomia omului vol.1. Chișinău: Centrul editorial-poligrafic *Medicina*, 2007, p. 81-84.
11. Бачу Г.С. особенности экспериментальных повреждений грудного отдела позвоночника при статической нагрузки. В кн. Первый Всес. съезд суд. медиков. Киев, 1976, с.197-199.
12. Бачу Г.С. Сопrotивляемость и повреждения грудной клетки при её компрессии. Кишинев, 1980.
13. Бранков Г. Основы Биомеханики. Москва –Издательство «МИР», 1981, с. 7-8.
14. Герман Д. Г., Кетрарь Е. Г. Гормональная Спондиоло-Патия. Кишинев «Штиинца», 1984, с. 9-12.
15. Громов А. П. Биомеханика травмы. Москва « Медицина», 1979, с. 35-43.
16. Громов А. П. Биомеханика Травмы. Москва – Медицина, 1979, с. 179-194.
17. Островерхов Г.Е., Бомаш Ю.М., Лубоцкий Д.Н. Оперативная Хирургия и Топографическая Анатомия. Москва Издательство «МИА», 2005, с. 480-481.
18. Сергиенко В.И., Петросян Э.А., Фраучи И.В. Топографическая Анатомия и Оперативная Хирургия 2 том. Москва-Гэотар-Мед, 2002, с. 421-426.
19. Ульрих Э. В. Аномалии позвоночника у детей. С.-Петербург, 1995.
20. Успенский Г. А. Птицы. Кишинев «Штиинца», 1981, с. 174-190.