

MODELUL CONCEPTUAL AL GENEZEI PROCESELOR DISPLASTICE DIN SEGMENTUL LOMBOSACRAL AL COLOANEI VERTEBRALE (studiu analitic)

THE CONCEPTUAL MODEL OF GENESIS OF DYSPLASTIC PROCESS AT LOMBAR-CROSS REGION OF VERTEBRAL COLUMN

Nicolae Șavga jr.¹, Nicolae Șavga², B. A. Куценко³

¹ - doctor în medicină, conferențiar cercetător, Centrul Național Științifico-practic de Chirurgie Pediatrică „Natalia Gheorghiu”, Catedra de Chirurgie Pediatrică a USMF; „Nicolae Testemițanu”, laboratorul „Infecții chirurgicale la copii”

² - doctor habilitat în medicină, profesor universitar, Centrul Național Științifico-practic de Chirurgie Pediatrică „Natalia Gheorghiu”, Catedra de Chirurgie Pediatrică a USMF; „Nicolae Testemițanu”

³ - доктор медицинских наук, ГУ Институт патологии позвоночника и суставов им. проф. М. И. Ситенко, АМН Украины, Харьков

Rezumat

Echilibrul vertebro-pelvic sagital al persoanelor sănătoase înseamnă o combinație adecvată între parametrii de formă ai coloanei și bazinului. Forma bazinului, definită de indicele pelvic, determină poziționarea capătului sacral. Forma coloanei se modifică de la un spate plat până la un spate cifotic. Forma coloanei se adaptează configurației bazinului, iar gradul lordozei crește în paralel cu valoarea înclinației sacrale, asigurând un raport favorabil între coloană și bazin. În unele cazuri, însă, acest raport este incorect, iar coloana poate fi îndoită inclusiv la un indice pelvic inferior sau poate aparține plată la valori elevate ale indicelui pelvic. Aceste combinații pot fi mecanic ineficiente și astfel se poate explica apariția durerilor posturale în segmentele inferioare ale spatelui. Eventuale studii ulterioare, care să compare bazele de date ale populației normale cu cele apreciate pe fond de patologie (dereglări vertebrale), ar putea descifra dacă există în realitate forme mai bune de bazin și niște proporții mai adecvate între coloană și bazin pentru realizarea unui echilibru sagital perfect, și dacă se poate explica printr-un scenariu mecanic apariția durerii spinale joase.

Summary

The vertebral-basin sagittal balance at healthy persons – is a combination between the vertebral and basinal parameters of form. The form of the basin quantitatively determined as basin member, shows the position of the cross end. The form of the vertebral column changes, from flat to bent back. The form of the vertebral column is adapted to the basin form, the grade of lordosis grows along with the meaning of the cross bending, ensuring a good relationship between the vertebral column and basin. But in some cases, this interrelation is incorrect, and the vertebral column can be bended at a lower basin rate or flat at a higher rate of the basin number. This combination in mechanically ineffective and this can be one of the reasons of appearance of the positions diseases in lower back sides. The further studies, comparing normal population database with pathology database (with vertebral breaches), will allow to define, is there best forms of the basin and the best correlations between spine and basin for optimum sagittal balance, and will be able mechanically to explain the pain in lower division of the back.

Reperete teoretice de constituire a modelului conceptual

Conform clasamentelor de sistem elaborate de V. M. Gluşkov și colab. (1), toate sistemele se subdivid în trei clase.

Sisteme deterministe (genetice), care se manifestă obligatoriu, indiferent de factorii aleatorii de mediu, când deteriorarea sistemului este condiționată doar de calitățile interioare ale sistemului în sine.

Sisteme probabilistice (aleatorii), condiționate doar de acțiunea mediului, indiferent de calitățile interioare ale organismului uman, de exemplu suprasolicitările, prin care dereglarea sistemului se relaționează doar de factorii externi.

Sisteme probabilist-deterministe (plurifactoriale), condiționate atât de proprietățile interioare ale organismului uman,

cât și de influența factorilor de mediu exterior, care sunt de caracter aleator.

Homeostazia sistemului poate rămâne în echilibru un termen indefinit, dacă nu intervine acțiunea factorilor din afară, dar atunci când calitățile interioare ale sistemului acționează concomitent cu factorii patogeni din exterior sistemul se poate defecta.

Afecțiunile policondiționate apar datorită calităților interioare deficiente în condiția expunerii la factori de mediu patogeni. Factorii interiori sunt definiți de predispunerea ereditară, care însumează o multitudine de caracteristici. Cantitatea acestor caracteristici depinde de anomaliile condiționate genetic, de statutul sistemului endocrin, cardiovascular, al celui imun, digestiv, de starea sistemului nervos central și periferic etc. Factorii patogeni de mediu extern sunt la fel de numeroși: gravitația, radiațiile ionizante, factorii meteo, infecțiile bacte-

riene și virale, fumatul, alcoolul etc. Modelarea teoriei despre originea (geneza) afecțiunii multifactoriale este posibilă doar dacă se iau în calcul toate calitățile interioare ale organismului în raport cu toți factorii de mediu patogen care concură, dar pentru că șirul de proprietăți ale mediului intern tinde spre infinit, iar numărul de factori patogeni ai mediului este nelimitat, adevărata origine a deformațiilor de coloană, cum ar fi cazul domeniului abordat de noi, se poziționează tot mai aproape, dar nu se poate atinge la modul definitiv. Iată de ce singura cale posibilă la momentul actual este cea de cunoaștere a caracteristicilor umane dominante, condiționate de predispozițiile ereditare și a factorilor primordiali de mediu exterior cunoscuți la moment. Orice teorie modernă despre deformarea coloanei, cât de perfectă ar fi, este doar de etapă și se va perfecționa pe măsura aflului de cunoștințe noi sub acest aspect.

Noțiuni (poziții) de suport

Pentru crearea modelului conceptual al genezei displazice este neaparată prezenta pozițiilor incipiente care pot fi considerate demonstrate sau axiome.

Principalele motive ale factorilor, patologiilor multifactoriale se împart în două grupe:

- caracteristica particularităților interne ale organismului;
- factorii mediului extern.

Factorii de mediu intern se disting sub aspect funcțional și structural.

Factorii funcționali se consideră drept reacții ale organismului în ansamblu: adaptarea, homeostazia, compensarea, degenerarea, factorii trofici. La cei structurali se atribuie factorii de ordin anatomic și cei histologici. În ceea ce se referă la geneza proceselor displastice în segmentul lombosacral al coloanei vertebrale, atunci printre cauzele de gen structural cele mai importante se consideră următoarele circumstanțe:

- displaziile segmentelor vertebrale motorii (SVM);
- parametrii anatomici ai echilibrului vertebro-pelvic;
- modificarea histopatologică a elementelor SVM în urma proceselor degenerative.

Deformabilitatea complexului anterior al SVM crește în cazul corpurilor vertebrale de formă alungită, la majorarea înălțimii discale, diminuarea apofizelor vertebrale trasverse (suprafață de $\leq 3 \text{ cm}^2$). Fermitatea complexului posterior de sprijin descrește (deformabilitatea crește) în caz de: aplazia sau hipoplazia apofizelor articulare, spina bifida occulta, hipoplazia apofizelor spinoase și arcurilor vertebrale, hipoplazia segmentului interarticular al arcului sau defectele acestuia. Și din contra, fermitatea complexului de sprijin posterior crește (deformabilitatea scade) în: hiperplazia apofizelor articulare, hiperplazia arcurilor și apofizelor spinoase.

Fermitatea SVM se diminuează în urma proceselor distructive patologice sau poate crește din nou în urma proceselor reparative.

Complexul vertebro-sacral, fiind un element al sistemului locomotor, are funcția de menținere a poziției de verticalitate a corpului prin minimizarea efortului muscular și repartitia optimă a sarcinilor. Construcția și funcționarea complexului vertebro-sacral se definește prin noțiunea de pârghie vertebro-sacrală frontală și sagitală (PVS), care se implică definitiv în geneza proceselor displastice din segmentul lombosacral al coloanei vertebrale.

Parametrii PVS se compun din parametrii coloanei și ai bazinului. Există câțiva parametri definiți. Cei mai adecvați și recunoscuți sunt parametrii definiți de către G. Duval-Beaupere [10, 11]. Conturul sagital al coloanei vertebrale variază și este specific pentru fiecare subiect. Modificarea conturului sagital este legată intim cu deviațiile centurii scapulare. Parametrul anatomic principal al bazinului, denumit înclinarea bazinului (incidența), este esențial pentru reglarea echilibrului pelvic (parametrii PVS sunt arătați în Fig. 1).

Parametrii vertebrale includ și cifoza toracică (CT) și lordoza lombară (LL) măsurată în grade. La parametrii pelvieni se referă de asemenea: I – înclinarea bazinului, ST – înclinarea în sens orizontal a suprafeței superioare a sacului, PT – deviația pe verticală a bazinului. I parametru este stabil la fiecare individ, parametrii ST și PT sunt valori constante, suma lor fiind egală cu 1.

Parametrii PVS sunt interdependenți. Conform datelor de analiză regresională Legaye et al. (20,21,22) la un subiect normal: $LL = 0,32TK - 0,06PI + 1,12ST - 0,79PT \pm 5,51$.

După datele lui Duval-Beaupere [233, 234]:

$$LL = (1,087SS + 21,61) \pm 4,16$$

$$ST = (0,548PI + 12,07) \pm 6,39$$

La persoane sănătoase după Duval-Beaupere [233,234]:

$$ST=40,54^\circ, PT=10,84^\circ, I=51,4^\circ (\text{la copii } I=47,4^\circ), LL=59,6^\circ$$

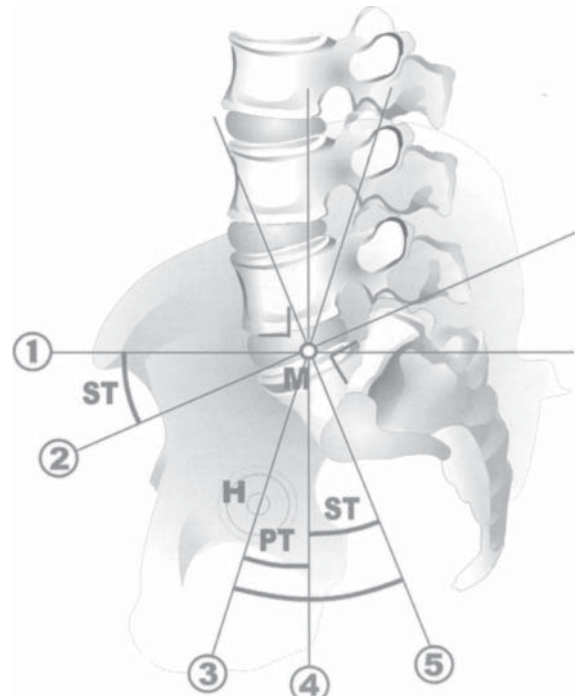


Figura 1. Modificarea deviației sacului (ST), înclinării bazinului (PT) și a unghiului de expresie (incidența) (I) pe radiografiile de profil.

Drept repere servesc punctul median M al laminei superioare de joncțiune a vertebrei S1, planul laminei superioare a vertebrei S1 (2) și centrul H al capurii osului femural, suprapuse una peste alta pe radiografia (linia 5) perpendiculară la planul laminei superioare de joncțiune (S1). ST desemnează unghiul dintre liniile 1 și 2, PT – unghiul între liniile 3 și 4, și I unghiul între liniile 3 și 5. Dar pentru că liniile 4 și 5 sunt perpendiculare cu liniile 1 și 2, atunci ST de asemenea se poate prezenta ca fiind unghiul dintre liniile 4 și 5, așa că $I = PT + ST$

Prin urmare, configurația coloanei în secțiune sagitală se determină de următorii parametri (Fig. 2): cu cât mai mare

este I, cu atât mai accentuată este lordoza în poza verticală. Și din contra, în cazul unor valori mai reduse ale parametrilor bazinului este mai puțin exprimată lordoza lombară și cifoza toracică.

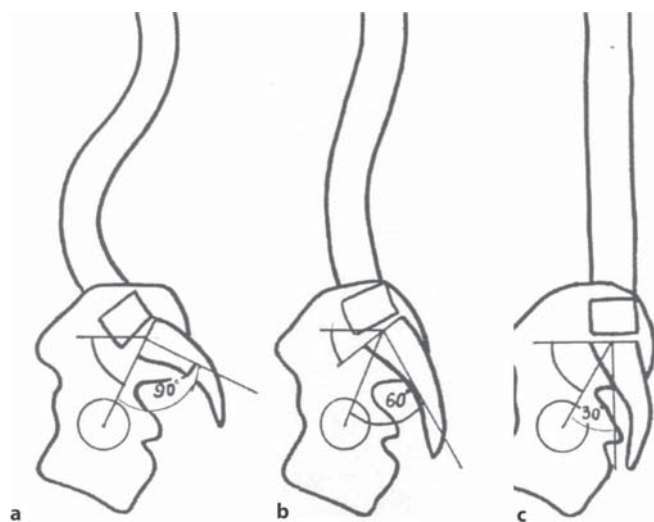


Figura 2. Variante de configurație a coloanei vertebrale în funcție de parametrul bazinului:
 a) $I=90^\circ$ (hiperlordotică); b) $I=60$ (normală); c) $I=30^\circ$ (hipolordotică).

Reflecțiile relatate anterior se referă la parametrii EVPS, dar exact la fel se pot interpreta și parametrii echilibrului sagital regional și intsegmental.

Funcția de menținere sau de schimbare a poziției aparatului locomotor în spațiu este determinată de sistemul de control postural. Acest sistem deține un rol important în susținerea echilibrului vertebro-pelvic, iar dereglarea subsistemului senzorial, ca și a celui motor, generează dezechilibre, redistribuirea patogenică a solicitărilor și tensiuni excesive diformizante pe anumite elemente ale SVM.

Sistemul de control al poziției spațiale a corpului, în particular a poziției verticale se compune din două subsisteme: senzorial și motor. Subsistemul senzorial dispune de un acceptor de informație proprioceptivă, vestibulară și vizuală despre poziția posturală, un bloc de ghidare cu element care decide corectitudinea sau incorectitudinea pozei și semnalizează subsistemului motor.

Datele emise de subsistemul senzorial parvin în calitatea de date inițiale spre acceptorul sistemului motor, iar informația este prelucrată de către blocul de ghidare a subsistemului motor după care se decide strategia de menținere a poziției adoptate sau corectarea acesteia.

Rezultatul de acțiune a aparatului locomotor este analizat de subsistemul senzorial și se emite o nouă decizie etc.

Eroarea subsistemului senzorial, când se adoptă o soluție incorectă vizavi de poziția adecvată sau față de o poziție inadecvată, conduce la emiterea unei decizii eronate a subsistemului motor în raport cu strategia de menținere a pozei incorecte sau cu strategia motorie de modificare a pozei corecte. Și în primul și în al doilea caz erorile subsistemului senzorial conduc la destabilizarea echilibrului vertebro-pelvic.

În fiecare din aceste situații discorecția posturală stabilă conduce la blocajul funcțional al SVM prin concursul reflexelor, redistribuirea miotonice necondiționate, prin suprasolici-

tările miogene ale anumitor elemente ale SVM, redistribuirea solicitărilor și prin stările de încordare deformantă.

Forțele gravitaționale și momentele miogene care acționează asupra SVM se sumează algebric. Gravitația, mai exact solicitările excesive sau discordante, constituie un factor patologic universal în majoritatea covârșitoare a maladiilor ortopedice, în particular și acelor ce afectează coloana și articulațiile.

În biomecanică unul din parametrii de suport este geometria maselor, care reprezintă o totalitate de parametri, ce permit determinarea masei oricărui segment de corp uman, modelarea axelor de inerție a unor segmente separate de corp sau a corpului în ansamblu. Cel mai important parametru de geometrie a maselor este centrul comun de greutate (CCG).

În raport cu coloana și bazinul centru CCG se apreciază pe zona suprasacrală a corpului. În punctul marcat de coordonatele CCG acționează o forță de gravitație, care echivalează cu masa și este orientată vertical spre inferior (spre centrul Pământului). Cu ajutorul metodei barocentrice G. Duval-Beaupere [11] s-a determinat că CCG se poziționează de asupra segmentului coxofemural al corpului în fața corpului vertebral Th9. După datele lui G.Duval-Beaupere, raportul dintre axul CCG al coloanei și bazinului definește EVPS. Axul CCG trece prin fața premonitoriumului, la distanța de 3,5 cm spre înapoia centrului schițat între capurile de os femural (al articulațiilor coxofemorale).

Factorii patogenetici și sanogenetici la care ne-am referit și care determină dezvoltarea procesului displastic au fost redați panoramic în Tabelul 1.

Tabelul 1

Factorii patogenetici și sanogenetici care concură la dezvoltarea procesului displastic

| Factori patogenetici | Factori sanogenetici |
|--|---|
| Dezechilibru vertebro-pelvic sagital (diminuarea sau majorarea I, ST, deviația în sens negativ sau pozitiv a axului CCG în raport cu articulațiile coxofemorale și segmentul lombosacral). | Echilibru vertebro-pelvic sagital (I și ST optime, poziționarea optimă a axului în raport cu articulațiile coxofemorale și segmentul lombosacral) |
| Displazii ale segmentului lombosacral care diminuează fermitatea (cresc deformabilitatea) sau, din contra, cresc exagerat rigiditatea segmentului lombosacral | Structură normală a segmentului lombosacral. |
| Procese degenerative | Procese reparatorii |
| Defecțiunea sistemului senzorio-motor de control al poziției (aparitia blocajelor funcționale și a suprasolicitărilor musculare în SVM) | Funcționarea normală a sistemului de control senzorio-motor. |

Coraportul dintre factori patogenetici și factori sanogenetici este cel care determină apariția procesului displastic și progresiunea acestuia, stoparea apariției sau anularea progresiunii acestuia.

Unica modalitate directă de lichidare a dezechilibrului pozitiv sau negativ al segmentului lombosacral este apariția (formare) listezei anterioare sau posterioare a vertebrei (ante-sau retrolistezis).

Reieșind din mecanismele de apariție a dislocării vertebrale ca modalitate directă de restabilire a EVPS, ipotetic se cere desenarea unui mecanism indirect de diminuare a disbalanței pe calea luxației sacralului în raport cu oasele bazinului la nivelul articulațiilor sacroiliace.

Se știe că în antilistează pentru reducerea parametrului ST, adică creșterea suprafeței de sprijin a corpului vertebral L₅, se produce retroversia bazinului cu verticalizarea osului sacral. Planșeul superior SI se situează mai orizontal, în schimb articulațiile coxofemorale se detașează și mai mult de la axul CCG și dezechilibrul vertebro-pelvic se accentuează și mai mult. În caz de retrolistezis apare un tablou inversat.

Acțiunea suprasarcinii gravitaționale asupra segmentului lombosacral din cauza dezechilibrării suportului sacral (creștere sau diminuare) determină posibilitatea potențială de formare a ante- sau retrolistezei, care se poate realiza sau nu. Cât de puternice nu ar fi forțele gravitaționale, care acționează asupra segmentului lombosacral, ele nu vor atinge limita de rezistență ce li se opune prin DIV și complexul posterior de suport și nu vor produce leziuni, dar ele suscită forțe reactive de orientare inversă dezvoltate de tensiunile interioare ale țesuturilor vizate, adică stări de tensiune deformantă a SVM. Cu cât mai mică este siguranța și rezistența SVM, cu atât mai mare devine probabilitatea transformării deformației posibile în una reală. Anume generarea de tensiuni excesive repetate și cumulative determină modificarea SVM conform legii lui J. Wolffa [22].

În caz de defecțiune a sistemului senzorial-motor de control postural, pe lângă forțele de gravitație, asupra SVM acționează forțele miotonice, prin blocajul funcțional.

În condiția rezistenței scăzute a SVM (displastice sau destructive) suprasolicitarea lui prin dezechilibrarea verte-

brosacrală și blocadele funcționale cu tensionare musculară persistentă (în principal a m. iliopsoas), generează starea de tensiune deformantă a SVM, care conform legii lui J. Wolffa, va aduce la remodelarea acestuia în vederea atenuării sau anulării disbilanțului sagital. Ante- sau retrolisteza sunt o modalitate specială de compensare a dezechilibrului vertebro-pelvic.

De rând cu displazia, un alt factor cauzativ al deformațiilor din segmentul vertebral lombar sub formă de hiperlordoză sau cifoză, precum s-a menționat pe exemplul antelistezei și retrolistezei, este dezechilibrul VPS (creșterea sau reducerea parametrilor I și ST). Prin urmare, legițile de suscitare a deformațiilor adverse de acest gen sunt similare.

Concluzii

Echilibrul vertebro-pelvic sagital al persoanelor sănătoase înseamnă o combinație adecvată între parametrii de formă ai coloanei și bazinului. Forma bazinului, definită de indicele pelvic, determină poziționarea capătului sacral. Forma coloanei se modifică de la un spate plat până la un spate cifotic. Forma coloanei se adaptează configurației bazinului, iar gradul lordozei crește în paralel cu valoarea înclinației sacrale, asigurând un raport favorabil între coloană și bazin. În unele cazuri, însă, acest raport este incorect, iar coloana poate fi îndoită inclusiv la un indice pelvic inferior sau poate aparține plată la valori elevate ale indicelui pelvic. Aceste combinații pot fi mecanic ineficiente și astfel se poate explica apariția durerilor posturale în segmentele inferioare ale spatelui. Eventuale studii, care să compare bazele de date ale populației normale cu cele apreciate pe fond de patologie (deregări vertebrale), ar putea descifra dacă există în realitate forme mai bune de bazin și niște proporții mai adecvate între coloană și bazin pentru realizarea unui echilibru sagital perfect, și dacă se poate explica printr-un scenariu mecanic apariția durerii spinale joase.

Bibliografie

1. ГЛУШКОВ, В. М. Методы математической биологии: общие методы анализа биологических систем. Киев.: Вища школа, 1980. 289 с.
2. КОЗЫРЕВ, Г. С. Возрастные особенности положения центра тяжести у человека. Ученые записки Харьковского гос. университета. Труды института биологии. 1947. Т. 25. с. 259-274.
3. КОЗЫРЕВ, Г. С. Методика определения центра тяжести и ее значение при исследовании ортопедических больных. Ортопедия, травматология и протезирование. 1939. №2. с. 82-89.
4. КОРЖ, Н. А., ПРОДАН, А. И., КОЛЕСНИЧЕНКО, В. А. Концептуальная модель патогенеза остеохондропатии позвоночника. Ортопедия, травматология, протезирование. 2001. №3. с.81-90.
5. МИТБРЕЙТ, И. М., БЕЛЕНЬКИЙ, В. Е. О положении равнодействующей веса тела у больных спондилостезом. Труды Рижского НИИ травматологии и ортопедии. 1975. Т.13. с. 407-411.
6. СИМЕНАЧ, Б. И. Теоретико-методологическое обоснование концепции "Ортопедическая артрология". Ортопедия, травматология и протезирование, 1994. – N 23. - С. 49-51.
7. ШМИДТ, И. Р., ЗАСЛАВСКИЙ, Е. С., РИЦНЕР, М. С. Некоторые генотипические и средовые факторы при остеохондрозе позвоночника. Геронтология и гериатрия. Киев, 1980.
8. AHNARA, T., TAKAHASHI, K., YOMAGATA, M. Biomechanical functions of the iliolumbar ligament in L5 spondylolysis. Orthop. Scien., 2000. p. 238-242.
9. CHOSA, E., TOTORIBE, K. Biomechanical study of lumbar spondylolysis based on a three-dimensional finite element method. Orthop. Res., 2004 Jan.-22(1):158-63.
10. DUVAL-BEAUPERE, G., BOISANBERT, B., HESQUET, J. Sagittal profile of normal spine, changes in spondylolisthesis. Severe spondylolisthesis. Darmstadt: Springer, Steinkopff, 2003. p.21-32.
11. DUVAL-BEAUPERE, G., ROBAIN, G. Les rapports anatomiques du point d'application de la masse du segment corporel supportive par chaque etage vertebral. Ann. Kinesither. 1989. V.16. p. 1-7.
12. DIAEONESCU, N. VELEANU, C. KLEEP, H. Coloana vertebrala. București: Ed. Med., 1977.
13. FURDUI, T., LACUSTA, V. Sistemul somato-visceral regulatorenergetic sistem fiziologic de regulare a homeostaziei informațional-energetice a organismului uman. The Bulletin of the European Postgraduate Centre of Acupuncture and Homoeopathy. 2000. №24. p. 99-102.
14. LEE, C. K. Accelerated degeneration of the segment adjacent to lumbar fusion. Spine. 1988. V. 13. p. 375-377.
15. LEE, C. K., CHUNG, S. S., KIM, Y. S. Postoperative changes of pelvic parameters and sagittal alignment in isthmic spondylolisthesis. Eur. Spine J. 2006.V. 15, Suppl. 4. p. S449.
16. LEE, L., CHUNG, S. S. PARK, M. S. Significance of pelvic incidence in the evolution of abnormal sagittal curvature. Eur. Spine J. 2002. V.11.p.26.
17. LEGAYE, J. Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three dimensional regulation of spinal sagittal curves. Eur. Spine J. 1998. V.7. p. 99-103.
18. LEGAYE, J. Sagittal equilibration of the spine: relationship between pelvic and sagittal spinal curves in the standing position. Fachus. 1993. V.5. p.215-226.
19. LEGAYE, J. The femoro-sacral posterior angle: an anatomical sagittal pelvic parameter usable with dome-shaped sacrum. Eur. Spine J. 2007. V. 16. p. 219-225.
20. PARIS, S.V., Movement, stability and low back pain. New York, 1997. p. 319-330.
21. VAZ, G., ROUSSOULY, E., BERTHONAU, E., DIMNET, J. Sagittal morphology and equilibrium of pelvis and spine. Eur.: Spine J, 2002. V. 11. p. 80-87.
22. WOLFF, J., Das Gesetz der transformation des knochens. Berlin: Hirschwald, 1892.