

Клинические аспекты сагиттального баланса у взрослых

А.В. Бурцев, С.О. Рябых, А.О. Котельников, А.В. Губин

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Курган, Россия

Clinical issues of the sagittal balance in adults

A.V. Burtsev, S.O. Ryabykh, A.O. Kotelnikov, A.V. Gubin

Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia

На основании данных литературы приведены параметры интегральной оценки сагиттального баланса. Показано, что оценка сагиттального баланса должна производиться с учетом пространственного положения тела с использованием концепции «конуса экономии» и гравитационной линии. Шейный отдел позвоночника и таз – ключевые компенсационные механизмы коррекции изменений сагиттального баланса. Соотношение PI (pelvic incidence) – LL (поясничный лордоз) является одним из наиболее значимых, т. к. коррелирует с изменениями качества жизни. Клиническая интерпретация изменений сагиттального баланса должна производиться на основании их интеграции с обязательным учетом клинических проявлений и изменений качества жизни.

Ключевые слова: позвоночник, сагиттальный баланс, деформации, интегральная оценка, качество жизни

Literature data were used to present the parameters of integral sagittal balance assessment. It is shown that the assessment of the sagittal balance should be performed taking into account the spatial position of the body and the use of the “cone of economy” concept and gravity line. Cervical spine and the pelvis are the key compensatory mechanisms in correction of the sagittal balance changes. The ratio of PI (pelvic incidence) and LL (lumbar lordosis) is the most significant as far as it correlates with the changes in the quality of life. Clinical interpretation of the changes in the sagittal balance should be conducted on the basis of their integration with a mandatory consideration of clinical manifestations and changes in the quality of life.

Keywords: spine, sagittal balance, deformities, integral evaluation, quality of life

АКТУАЛЬНОСТЬ

За последние десятилетия в современной вертебрологии взрослых устоялся термин adult spinal deformity (ASD). Распространенность этого явления у пожилых в США, по данным литературы, достигает 70 %. При этом наличие деформации позвоночника вовсе не означает необходимость в оперативном лечении. Основополагающим фактором, предопределяющим ухудшение качества жизни и, как следствие, необходимость хирургической коррекции, является нарушение саги-

тального баланса. По мнению большинства вертебрологов, именно состояние сагиттального баланса строго коррелирует с качеством жизни [1–3]. При этом сагиттальный баланс является независимым предсказателем исхода хирургического лечения при ASD. В хирургической коррекции деформации именно воздействие на сагиттальный баланс и пояснично-тазовые параметры существенно улучшает качество жизни согласно HRQoL scores [4–11].

САГИТТАЛЬНЫЙ БАЛАНС

Пионером в изучении сагиттального баланса является Jean Dubousset, который в своих многочисленных работах показал необходимость понимания баланса при его оценке. Согласно J. Dubousset, сагиттальный баланс – это взаимоотношение всех изгибов позвоночника (кифоза и лордоза), при котором в пространстве при действии гравитационной нагрузки расходуется минимальное количество энергии мышц для поддержания положения тела в пространстве (позы). При этом сохраняется горизонтальным положение уровня глаз. Соблюдение двух этих условий возможно лишь в том случае, если тело находится в так называемом «конусе экономии» (рис. 1) [2, 12–14].

В то же время, с точки зрения объективной оценки сагиттального баланса, принято большое количество рентгенологических параметров (рис. 2), на основании

измерения которых производится интегральная оценка состояния баланса. Учет всех рентгенологических параметров позволяет определить так называемый global alignment [15, 16]. Однако измерение этих параметров позволяет оценить лишь статическую составляющую баланса, что не позволяет создать объективной картины, что следует помнить при интерпретации рентгенологических данных [17, 18].

Для оценки global alignment как наиболее объективного метода оценки сагиттального баланса предложены следующие ключевые параметры: шейный лордоз (CL), наклон T1 позвонка (T1S), грудной кифоз (TK), поясничный лордоз (LL), положение таза, нижние конечности. При оценке отдельно принято выделять шейный баланс и глобальный баланс [8, 17, 19–21].

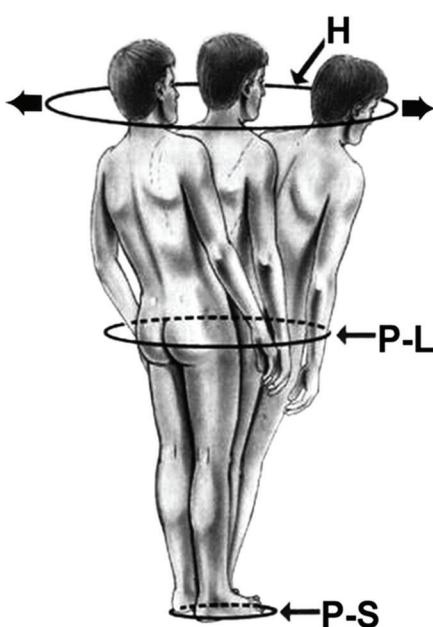


Рис. 1. Схема оптимальной позы тела человека с позиции концепции «конуса экономии» [13]

ПАРАМЕТРЫ САГИТТАЛЬНОГО БАЛАНСА И ИХ ЗНАЧЕНИЕ

Шейный баланс. Оценка и интерпретация показателей шейного баланса является наиболее сложной в связи с относительно недавним введением рентгенологических показателей в клинический обиход, техническими трудностями оценки по результатам рентгенографии, а также однозначностью интерпретации результатов. Для понимания этих изменений следует знать основную роль шейного отдела позвоночника (ШОП) в поддержании позы.

ШОП принадлежит ключевая роль расположения головы над телом и горизонтальный взгляд. Центр массы головы располагается на 1 см выше и кпереди от наружного слухового прохода [23]. Его смещение приводит к перераспределению нагрузки и увеличению затраты мышечной энергии. Вес головы передается через мышцы затылочной кости на боковые массы C1, затем на суставы C1–C2. С помощью C2 нагрузка передается на переднюю колонну (диск C2–C3) и задние колонны (суставы C2–C3), при этом на переднюю колонну приходится 36 % нагрузки, на задние – 64 % [22, 24].

Шейный отдел позвоночника (ШОП) оказывает решающее влияние на изменения *global alignment*, направленные на поддержание горизонтального взгляда. Этот механизм во многом обеспечивается шейным лордозом, который принято разделять на крациоцervикальный C0–C2 (обеспечивает 77 %) и субаксиальный C3–C7 (обеспечивает 23 %). При этом ключевым параметром, влияющим на все остальные, является наклон T1 позвонка (T1 slope) (рис. 3) [6, 25–31].

С точки зрения рентгенологической оценки разработаны следующие параметры (рис. 3): угол C0–C2, угол C2–C7, наклон T1 (T1S), угол входа в грудную клетку (thoracic inlet angle), шейный наклон (neck tilting), C2–C7 – сагиттальная вертикальная ось (SVA). Оценка горизонтального взора глаз производится на основании фото пациента в полный рост сбоку. Для этого предложен так называемый подбородок-лоб вертикальный угол, известный в литературе как CBVA

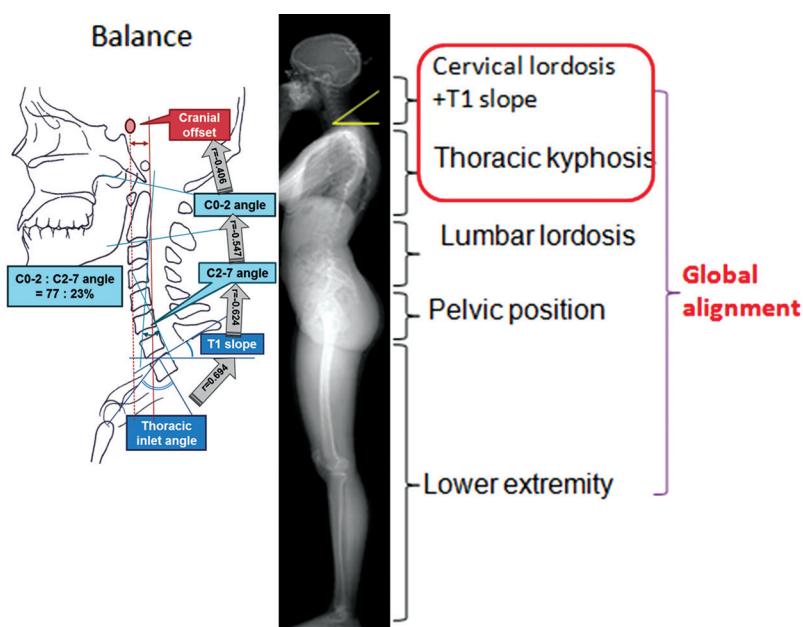


Рис. 2. Рентгенологические параметры сагиттального баланса [22]

(chin-brow to vertical angle) [32–37]. Средние значения параметров шейного баланса представлены в таблице 1 [22, 31, 38–43].

Таблица 1

Усредненные значения параметров шейного баланса [43]

Параметр	Значение
Угол C0–C2	-30°
Угол C2–C7	-9,6°
T1S	40°
C2–C7 SVA	4 см
TIA	44°
CBVA	(-10°) – (+10°)

Глобальный баланс. Оценка сагиттального баланса должна производиться с учетом гравитационной линии, которая отражает распределение нагрузки от головы до стоп (рис. 4). В связи с этим правильная интерпретация параметров возможна лишь при выполнении снимков в положении стоя [2, 15, 18, 19].

Сагиттальная вертикальная ось (SVA). Является объективным отражением глобального баланса, измеряется от середины тела C7 в виде отвесной линии вниз. Расстояние от этой линии до суставных отростков S1 в норме не должно превышать 4 см. При смещении ее кпереди говорят о положительном балансе, кзади – об отрицательном (рис. 5) [11, 19–21, 44].

Грудной кифоз (TK). Определение этого параметра основано на измерении угла по методу Cobb (рис. 5). При этом наиболее часто принято измерять угол между верхней замыкателной пластиной тела T5 и нижней замыкателной пластиной тела T12. Однако уровень T5, как правило, является вершиной физиологического кифоза и, соответственно, не может отражать истинного его значения. Другим (более достоверным) способом является измерение от верхней замыкателной пластины тела наиболее верхнего грудного позвон-

ка, отчетливо визуализируемого на боковой рентгенограмме, до T12. Среднее значение TK составляет $49,3^\circ \pm 9,2^\circ$ и колеблется в пределах $33-71^\circ$ [45, 46].

Поясничный лордоз (LL). Измерение проводится так-

же по методу Cobb от верхнего края замыкательной пластины тела L1 до верхней замыкательной пластины тела S1 (рис. 5). Среднее значение LL составляет $63,5^\circ \pm 10,9^\circ$ и находится в интервале $45-87^\circ$ [11, 19, 29, 45-48].

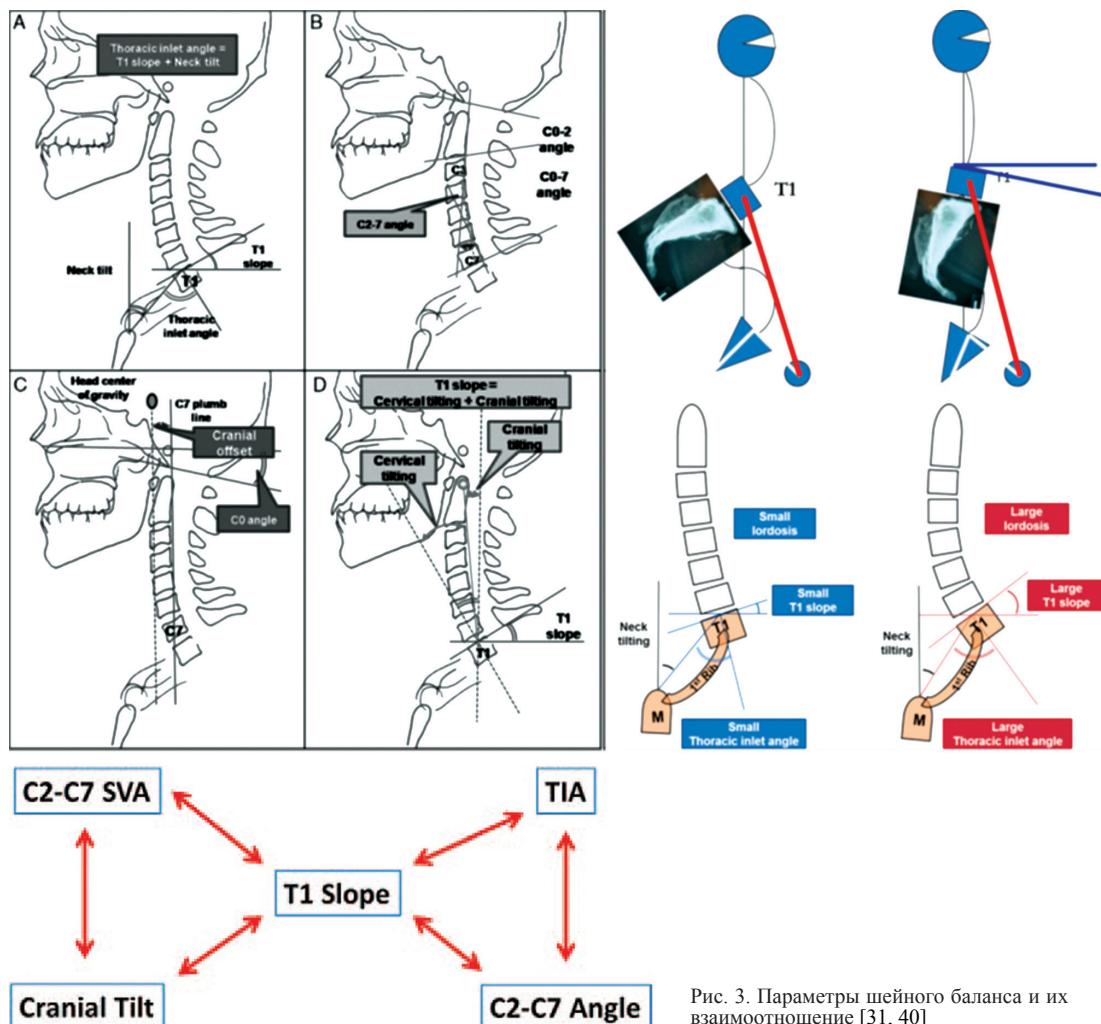


Рис. 3. Параметры шейного баланса и их взаимоотношение [31, 40]

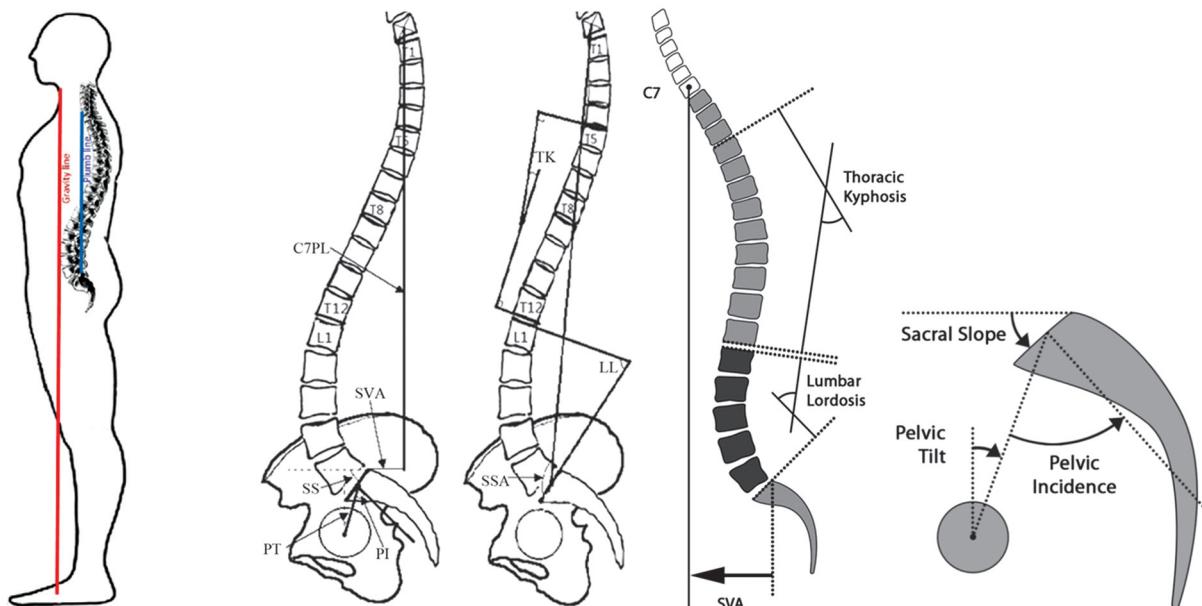


Рис. 4. Схема прохождения гравитационной линии относительно позвоночного столба [19]

Рис. 5. Параметры глобального сагиттального баланса (SVA) в зависимости от линии C7PL [10, 47]

Положение таза. Оценка положения таза является ключевой при определении сагиттального баланса позвоночника. Следует помнить, что большая часть компенсаторных возможностей при формировании дисбаланса возможна за счет изменения положения таза. Для оценки позиции таза используют следующие параметры: PI (pelvic incidence) – морфологический (статический) параметр – $55^\circ \pm 10,6^\circ$, PT (pelvic tilt) – динамический (компенсаторный) параметр (гравитационный центр LL) – $13^\circ \pm 6^\circ$ (не более 20°), SS (sacral slope) – динамический параметр – $41^\circ \pm 8^\circ$ (рис. 5) [7, 18, 19, 44, 46, 48, 49].

Интерпретация перечисленных выше показателей глобального баланса производится только по результатам их интегрирования с учетом типов сагиттального баланса (рис. 6). Наиболее распространенными являются предложенные разными авторами формулы: $TK + PI + LL \leq 45^\circ$ (Rose P.S., 2009); $TK + LL \leq 20^\circ$ (Kim Y.J., 2006); $LL = PI + 9^\circ$ (Schwab F., 2009); $PI = PT + SS$ (Klineberg E., Schwab F., 2013) [5, 50, 51]. В последнее время всеобщее распространение получила оценка сагиттальных модификаторов, положенных в основу классификации SRS–Schwab (рис. 7) [29, 52–54].

Интерпретация параметров глобального баланса. Распространение сагиттальных модификаторов в клинической практике было обусловлено их тесной корреляцией с качеством жизни на основе применяемых клинических опросников (ODI, SF-36, SRS, HRQOL). Однако последние исследования показали, что соотношение данных сагиттальных модификаторов и изменения качества жизни не имеют детерминированной корреляции. Наиболее значимым является оценка соотношения $PI-LL \leq 9^\circ$, тогда как PT (позволяет оценить положение таза) не показывает существенной корреляции с изменением качества жизни [44, 52, 55, 56].

Нижние конечности. Выполнение рентгенограмм шейного, грудного и поясничного отделов позвоночника недостаточно для полноценной оценки сагитталь-

ного баланса. Для этого требуется рентгенологическое исследование всего тела, в т.ч. нижних конечностей. В настоящее время система EOS позволяет оценить компенсаторные механизмы, включаемые для коррекции баланса (таз и/или нижние конечности). Для количественной оценки положения таза на основании EOS измерений параметров баланса предложен параметр pelvic shift (рис. 8). По результатам произведенного корреляционного анализа между параметрами сагиттального баланса и сгибанием коленных суставов было установлено, что изменение соотношения PI–LL имеет четко прослеживаемую зависимость. Было установлено, что pelvic shift коррелирует с изменениями результатов ODI. Pelvic shift и сгибание нижних конечностей являются важными параметрами, показывающими компенсацию дисбаланса, и должны учитываться при оценке нарушения баланса [2, 49, 57–60].

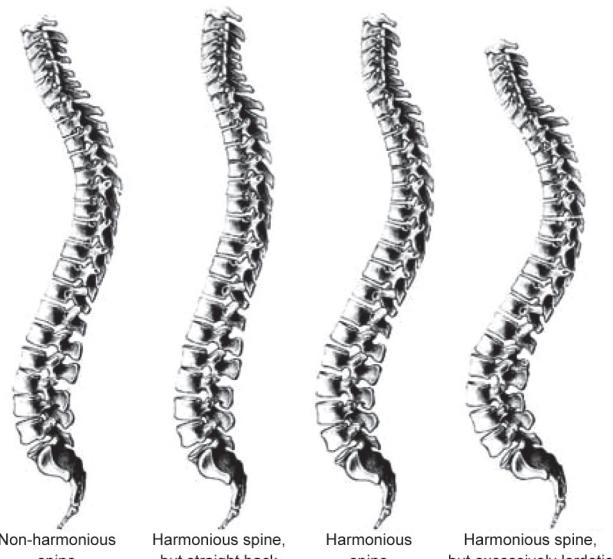


Рис. 6. Схема типов сагиттального баланса [19]

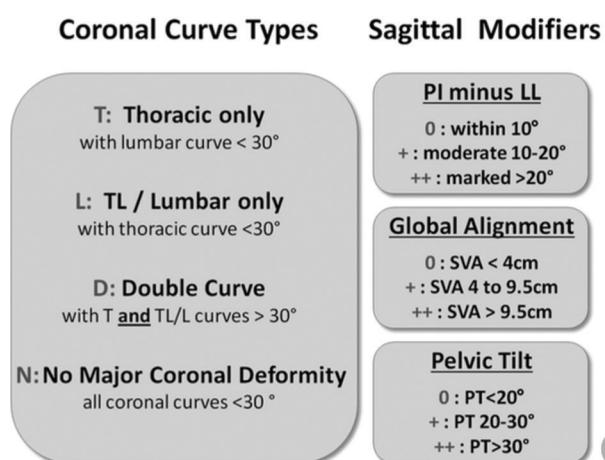


Рис. 7. Схема классификации ASD SRS – Schwab [29]

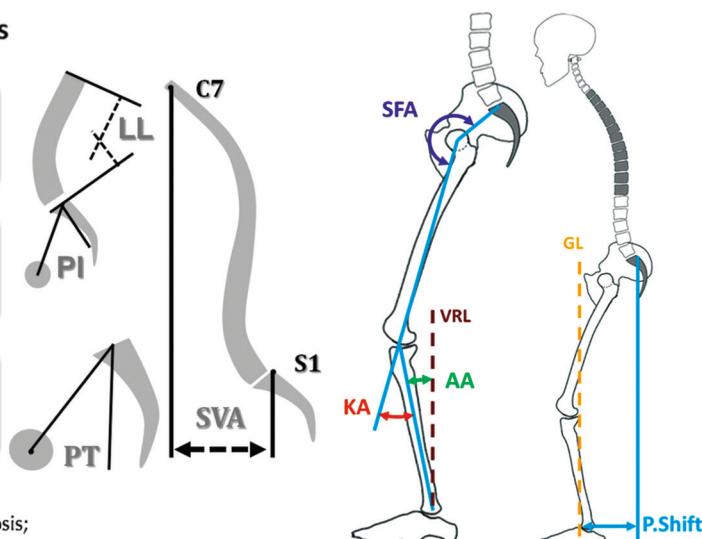


Рис. 8. Схема оценки рентгенологических параметров нижних конечностей [58]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

• Оценка сагиттального баланса должна производиться с учетом пространственного положения тела с использованием концепции «конуса экономии» и гравитационной линии.

• Шейный отдел позвоночника и таз – ключевые компенсационные механизмы коррекции изменений сагиттального баланса.

• Соотношение PI-LL является одним из наиболее значимых, т. к. коррелирует с изменениями качества жизни.

• Клиническая интерпретация изменений сагиттального баланса должна производиться на основании их интеграции с обязательным учетом клинических проявлений и изменений качества жизни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Impact on health related quality of life of adult spinal deformity (ASD) compared with other chronic conditions / F. Pellisé, A. Vila-Casademunt, M. Ferrer, M. Domingo-Sàbat, J. Bagó, F.J. Pérez-Grueso, A. Alanay, A.F. Mannion, E. Acaroglu; European Spine Study Group, ESSG // Eur. Spine J. 2015. Vol. 24, No 1. P. 3-11. doi: 10.1007/s00586-014-3542-1.
2. Normative values of spino-pelvic sagittal alignment, balance, age, and health-related quality of life in a cohort of healthy adult subjects / K. Hasegawa, M. Okamoto, S. Hatushikano, H. Shimoda, M. Ono, K. Watanabe // Eur. Spine J. 2016. Vol. 25, No 11. P. 3675-3686.
3. Quality control of reconstructed sagittal balance for sagittal imbalance / K.W. Chang, X. Leng, W. Zhao, C. Ching-Wei, T.C. Chen, K.I. Chang, Y.Y. Chen // Spine. 2011. Vol. 36, No 3. P. E186-E197. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181ef6828.
4. Adult scoliosis: prevalence, SF-36, and nutritional parameters in an elderly volunteer population / F. Schwab, A. Dubey, L. Gamez, A.B. El Fegoun, K. Hwang, M. Pagala, J.P. Farcy // Spine. 2005. Vol. 30, No 9. P. 1082-1085.
5. Adult spinal deformity-postoperative standing imbalance: how much can you tolerate? An overview of key parameters in assessing alignment and planning corrective surgery / F. Schwab, A. Patel, B. Ungar, J.P. Farcy, V. Lafage // Spine. 2010. Vol. 35, No 25. P. 2224-2231. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181ee6bd4.
6. Lu D.C., Chou D. Flatback syndrome // Neurosurg. Clin. N. Am. 2007. Vol. 18, No 2. P. 289-294.
7. Pelvic tilt and trunkal inclination: two key radiographic parameters in the setting of adults with spinal deformity / V. Lafage, F. Schwab, A. Patel, N. Hawkinson, J.P. Farcy // Spine. 2009. Vol. 34, No 17. P. E599-E606. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181aad219.
8. Sagittal plane considerations and the pelvis in the adult patient / F. Schwab, V. Lafage, A. Patel, J.P. Farcy // Spine. 2009. Vol. 34, No 17. P. 1828-1833. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181a13c08.
9. Sagittal realignment failures following pedicle subtraction osteotomy surgery: are we doing enough?: Clinical article / F.J. Schwab, A. Patel, C.I. Shaffrey, J.S. Smith, J.P. Farcy, O. Boachie-Adjei, R.A. Hostin, R.A. Hart, B.A. Akbarnia, D.C. Burton, S. Bess, V. Lafage // J. Neurosurg. Spine. 2012. Vol. 16, No 6. P. 539-546. doi: 10.3171/2012.2.SPINE11120.
10. Sagittal spinal pelvic alignment / E. Klineberg, F. Schwab, J.S. Smith, M.C. Gupta, V. Lafage, S. Bess // Neurosurg. Clin. N. Am. 2013. Vol. 24, No 2. P. 157-162. doi: 10.1016/j.nec.2012.12.003.
11. The impact of positive sagittal balance in adult spinal deformity / S.D. Glassman, K. Bridwell, J.R. Dimar, W. Horton, S. Berven, F. Schwab // Spine. 2005. Vol. 30, No 18. P. 2024-2029.
12. Analysis of the sagittal balance of the spine and pelvis using shape and orientation parameters / E. Berthonnaud, J. Dimnet, P. Roussouly, H. Labelle // J. Spinal Disord. Tech. 2005. Vol. 18, No 1. P. 40-47.
13. Dubousset J. Three-dimensional analysis of the scoliotic deformity. In: The pediatric spine: principles and practice. New York: Raven Press. 1994. P. 479-496.
14. Impact of spinopelvic alignment on decision making in deformity surgery in adults: A review/C.P. Ames, J.S. Smith, J.K. Scheer, S. Bess, S.S. Bederman, V. Deviren, V. Lafage, F. Schwab, C.I. Shaffrey // J. Neurosurg. Spine. 2012. Vol. 16, No 6. P. 547-564. doi: 10.3171/2012.2.SPINE11320.
15. Is there an optimal patient stance for obtaining a lateral 36° radiograph? A critical comparison of three techniques / W.C. Horton, C.W. Brown, K.H. Bridwell, S.D. Glassman, S.I. Suk, C.W. Cha // Spine. 2005. Vol. 30, No 4. P. 427-433.
16. Legaye J., Duval-Beaupère G. Sagittal plane alignment of the spine and gravity: a radiological and clinical evaluation // Acta Orthop. Belg. 2005. Vol. 71, № 2. P. 213-220.
17. Spinal alignment versus spinal balance / J. Dubousset, V. Challier, J.P. Farcy, F.J. Schwab, V. Lafage. In: Global Spinal Alignment: Principles, Pathologies, and Procedures / Eds. R.W. Haid, F.J. Schwab, C.I. Shaffrey, J.A. Youssef. St. Louis, MO: Quality Medical Publishing. 2014. P. 3-9.
18. Legaye J. Analysis of the dynamic sagittal balance of the lumbo-pelvi-femoral complex. In: Biomechanics in Applications / Ed. Dr. V. Klika. Croatia: InTech, 2011. P. 221-246. Available at: <http://www.intechopen.com/books/biomechanics-in-applications/analysis-of-the-dynamic-sagittal-balance-of-the-lumbo-pelvi-femoral-complex>
19. Ozer A.F., Kaner T., Bozdoğan Ç. Sagittal Balance in the Spine // Turkish Neurosurgery. 2014. Vol. 24, Suppl. 1. P. 13-19.
20. Repeatability test of C7 plumb line and gravity line on asymptomatic volunteers using an optical measurement technique / X. Zheng, R. Chaudhari, C. Wu, A.A. Mehbood, E.E. Transfeldt, R.B. Winter // Spine. 2010. Vol. 35, No 18. P. E889-E894.
21. Sagittal parameters of global spinal balance: normative values from a prospective cohort of seven hundred nine Caucasian asymptomatic adults / J.M. Mac-Thiong, P. Roussouly, E. Berthonnaud, P. Guiigu // Spine. 2010. Vol. 35, No 22. P. E1193-E1198. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181e50808.
22. Cervical spine alignment, sagittal deformity, and clinical implications: a review / J.K. Scheer, J.A. Tang, J.S. Smith, F.L. Acosta Jr., T.S. Protopsaltis, B. Blondel, S. Bess, C.I. Shaffrey, V. Deviren, V. Lafage, F. Schwab, C.P. Ames; International Spine Study Group // J. Neurosurg. Spine. 2013. Vol. 19, No 2. P. 141-159. doi: 10.3171/2013.4.SPINE12838.
23. Determination of physical data of the head. I. Center of gravity and moments of inertia of human heads: scientific report / G. Beler, M. Schuck, E. Schuller, W. Spann. West Germany, Munich: Institute of forensic medicine, University of Munich. 1979. P. 44.
24. Pal G.P., Sherk H.H. The vertical stability of the cervical spine // Spine. 1988. Vol. 13, No 5. P. 447-449.
25. How the neck affects the back: changes in regional cervical sagittal alignment correlate to HRQOL improvement in adult thoracolumbar deformity patients at 2-year follow-up / T.S. Protopsaltis, J.K. Scheer, J.S. Terran, J.S. Smith, D.K. Hamilton, H.J. Kim, G.M. Mundis Jr., R.A. Hart, I.M. McCarthy, E. Klineberg, V. Lafage, S. Bess, F. Schwab, C.I. Shaffrey, C.P. Ames; International Spine Study Group // J. Neurosurg. Spine. 2015. Vol. 23, No 2. P. 153-158. doi: 10.3171/2014.11.SPINE1441.
26. Cervical compensatory alignment changes following correction of adult thoracic deformity: a multicenter experience in 57 patients with a 2-year follow-up / T. Oh, J.K. Scheer, R. Eastlack, J.S. Smith, V. Lafage, T.S. Protopsaltis, E. Klineberg, P.G. Passias, V. Deviren, R. Hostin, M. Gupta, S. Bess, F. Schwab, C.I. Shaffrey, C.P. Ames; International Spine Study Group // J. Neurosurg. Spine. 2015. Vol. 22, No 6. P. 658-665. doi: 10.3171/2014.10.SPINE14829.
27. Cobb method or Harrison posterior tangent method: which to choose for lateral cervical radiographic analysis / D.E. Harrison, D.D. Harrison, R. Cailliet, S.J. Troyanovich, T.J. Janik, B. Holland // Spine. 2000. Vol. 25, No 16. P. 2072-2078.
28. Relationship between the alignment of the occipitoaxial and subaxial cervical spine in patients with congenital atlantoaxial dislocations / P.G. Passias, S. Wang, M. Kozanek, S. Wang, C. Wang // J. Spinal Disord. Tech. 2013. Vol. 26, No 1. P. 15-21. doi: 10.1097/BSD.0b013e31823097f9.
29. Scoliosis Research Society-Schwab adult spinal deformity classification: a validation study / F. Schwab, B. Ungar, B. Blondel, J. Buchowski, J. Coe, D. Deinlein, C. DeWald, H. Mehdian, C. Shaffrey, C. Tribus, V. Lafage // Spine. 2012. Vol. 37, No 12. P. 1077-1082. doi: 10.1097/BRS.0b013e31823e15e2.
30. Spontaneous improvement of cervical alignment after correction of global sagittal balance following pedicle subtraction osteotomy / J.S. Smith, C.I. Shaffrey, V. Lafage, B. Blondel, F. Schwab, R. Hostin, R. Hart, B. O'Shaughnessy, S. Bess, S.S. Hu, V. Deviren, C.P. Ames; International Spine Study Group // J. Neurosurg. Spine. 2012. Vol. 17, No 4. P. 300-307. doi: 10.3171/2012.6.SPINE1250.

31. The influence of thoracic inlet alignment on the craniocervical sagittal balance in asymptomatic adults / S.H. Lee, K.T. Kim, E.M. Seo, K.S. Suk, Y.H. Kwack, E.S. Son // J. Spinal Disord. Tech. 2012. Vol. 25, No 2. P. E41-E47. doi: 10.1097/BSR.0b013e3182396301.
32. Cervical sagittal plane decompensation after surgery for adolescent idiopathic scoliosis: an effect imparted by postoperative thoracic hypokyphosis / S.W. Hwang, A.F. Samdani, M. Tantorski, P. Cahill, J. Nydick, A. Fine, R.R. Betz, M.D. Antonacci // J. Neurosurg. Spine. 2011. Vol. 15, No 5. P. 491-496. doi: 10.3171/2011.6.SPINE1012.
33. Clinical outcome results of pedicle subtraction osteotomy in ankylosing spondylitis with kyphotic deformity / K.T. Kim, K.S. Suk, Y.J. Cho, G.P. Hong, B.J. Park // Spine. 2002. Vol. 27, No 6. P. 612-618.
34. Deviren V., Scheer J.K., Ames C.P. Technique of cervicothoracic junction pedicle subtraction osteotomy for cervical sagittal imbalance: report of 11 cases // J. Neurosurg. Spine. 2011. Vol. 15, No 2. P. 174-181. doi: 10.3171/2011.3.SPINE10536.
35. Effectiveness of preoperative planning in the restoration of balance and view in ankylosing spondylitis / R.R. Pigge, F.J. Scheerder, T.H. Smit, M.G. Mullender, B.J. van Royen // Neurosurg. Focus. 2008. Vol. 24, No 1. P. E7. doi: 10.3171/FOC/2008/24/1/E7.
36. Significance of chin-brow vertical angle in correction of kyphotic deformity of ankylosing spondylitis patients / K.S. Suk, K.T. Kim, S.H. Lee, J.M. Kim // Spine. 2003. Vol. 28, No 17. P. 2001-2005.
37. Surgical treatment of "chin-on-pubis" deformity in a patient with ankylosing spondylitis: a case report of consecutive cervical, thoracic, and lumbar corrective osteotomies / K.T. Kim, S.H. Lee, E.S. Son, Y.H. Kwack, Y.S. Chun, J.H. Lee // Spine. 2012. Vol. 37, No 16. P. E1017-E1021. doi: 10.1097/BSR.0b013e31824ee031.
38. Cervical radiographical alignment: comprehensive assessment techniques and potential importance in cervical myelopathy / C.P. Ames, B. Blondel, J.K. Scheer, F.J. Schwab, J.C. Le Huec, E.M. Massicotte, A.A. Patel, V.C. Traynelis, H.J. Kim, C.I. Shaffrey, J.S. Smith, V. Lafage // Spine. 2013. Vol. 38, No 22 Suppl. 1. P. S149-S160. doi: 10.1097/BRS.0b013e3182a7f449.
39. Clinical and radiographic evaluation of adult spinal deformity / S. Bess, T.S. Protopsaltis, V. Lafage, R. Lafage, C.P. Ames, T. Errico, J.S. Smith; International Spine Study Group // Clin. Spine Surg. 2016. Vol. 29, No 1. P. 6-16. doi: 10.1097/BSR.0000000000000352.
40. Influence of T1 slope on the cervical sagittal balance in degenerative cervical spine: an analysis using kinematic MRI / C. Weng, J. Wang, A. Tuchman, J. Wang, C. Fu, P.C. Hsieh, Z. Buser, J.C. Wang // Spine. 2016. Vol. 41, No 3. P. 185-190. doi: 10.1097/BSR.0000000000001353.
41. Le Huec J.C., Demezon H., Autobole S. Sagittal parameters of global cervical balance using EOS imaging: normative values from a prospective cohort of asymptomatic volunteers // Eur. Spine J. 2015. Vol. 24, No 1. P. 63-71. doi: 10.1007/s00586-014-3632-0.
42. Radiographic standing cervical segmental alignment in adult volunteers without neck symptoms / J.W. Hardacker, R.F. Shuford, P.N. Capicotto, P.W. Pryor // Spine. 1997. Vol. 22, No 13. P. 1472-1480.
43. Relationship between T1 slope and cervical alignment following multilevel posterior cervical fusion surgery: impact of T1 slope minus cervical lordosis / S.J. Hyun, K.J. Kim, T.A. Jahng, H.J. Kim // Spine. 2016. Vol. 41, No 7. P. E396-E402. doi: 10.1097/BSR.0000000000001264.
44. Likelihood of reaching minimal clinically important difference in adult spinal deformity: a comparison of operative and nonoperative treatment / S. Liu, F. Schwab, J.S. Smith, E. Klineberg, C.P. Ames, G. Mundis, R. Hostin, K. Kebaish, V. Deviren, M. Gupta, O. Boachie-Adjei, R.A. Hart, S. Bess, V. Lafage // Ochsner J. 2014. Vol. 14, No 1. P. 67-77.
45. Bernhardt M., Bridwell K.H. Segmental analysis of the sagittal plane alignment of the normal thoracic and lumbar spines and thoracolumbar junction // Spine. 1989. Vol. 14, No 7. P. 717-721.
46. Radiologic findings of pelvic parameters related to sagittal balance / S.B. Kim, G.S. Lee, Y.G. Won, J.B. Jun, C.M. Hwang, C.H. Hong // J. Korean Soc. Spine Surg. 2016. Vol. 23, No 3. P. 197-205. Available at: <https://doi.org/10.4184/jkss.2016.23.3.197>
47. Analysis of global sagittal postural patterns in asymptomatic Chinese adults / P. Hu, M. Yu, Z. Sun, W. Li, L. Jiang, F. Wei, X. Liu, Z. Chen, Z. Liu // Asian Spine J. 2016. Vol. 10, No 2. P. 282-288. doi: 10.4184/asj.2016.10.2.282.
48. Radiographic analysis of the sagittal alignment and balance of the spine in asymptomatic subjects / R. Vialle, N. Levassor, L. Rillardon, A. Templier, W. Skalli, P. Guigui // J. Bone Joint Surg. Am. 2005. Vol. 87, No 2. P. 260-267.
49. Standing balance and sagittal plane spinal deformity: analysis of spinopelvic and gravity line parameters / V. Lafage, F. Schwab, W. Skalli, N. Hawkinson, P.M. Gagey, S. Ondra, J.P. Farcy // Spine. 2008. Vol. 33, No 14. P. 1572-1578. doi: 10.1097/BSR.0b013e31817886a2.
50. An analysis of sagittal spinal alignment following long adult lumbar instrumentation and fusion to L5 or S1: can we predict ideal lumbar lordosis? / Y.J. Kim, K.H. Bridwell, L.G. Lenke, S. Rhim, G. Cheh // Spine. 2006. Vol. 31, No 20. P. 2343-2352.
51. Role of pelvic incidence, thoracic kyphosis, and patient factors on sagittal plane correction following pedicle subtraction osteotomy / P.S. Rose, K.H. Bridwell, L.G. Lenke, G.A. Cronen, D.S. Mulconrey, J.M. Buchowski, Y.J. Kim // Spine. 2009. Vol. 34, No 8. P. 785-791. doi: 10.1097/BSR.0b013e31819d0c86.
52. A comprehensive analysis of the SRS-Schwab Adult Spinal Deformity Classification and Confounding Variables: A Prospective, Non-US Cross-sectional Study in 292 patients / D.W. Hallager, L.V. Hansen, C.R. Dragsted, N. Peytz, M. Gehrchen, B. Dahl // Spine. 2016. Vol. 41, No 10. P. E589-E597. doi: 10.1097/BSR.0000000000001355.
53. Clinical improvement through nonoperative treatment of adult spinal deformity: who is likely to benefit? / K. Slobodyanyuk, C.E. Poorman, J.S. Smith, T.S. Protopsaltis, R. Hostin, S. Bess, G.M. Mundis Jr., F.J. Schwab, V. Lafage; International Spine Study Group // Neurosurg. Focus. 2014. Vol. 36, No 5. P. E2. doi: 10.3171/2014.3.FOCUS1426.
54. Validation and reliability analysis of the new SRS-Schwab classification for adult spinal deformity / Y. Liu, Z. Liu, F. Zhu, B.P. Qian, Z. Zhu, L. Xu, Y. Ding, Y. Qiu // Spine. 2013. Vol. 38, No 11. P. 902-908. doi: 10.1097/BSR.0b013e318280c478.
55. Clinical relevance of the SRS-Schwab Classification for degenerative lumbar scoliosis / K.Y. Ha, W.H. Jang, Y.H. Kim, D.C. Park // Spine. 2016. Vol. 41, No 5. P. E282-E288. doi: 10.1097/BSR.0000000000001229.
56. Influence of pelvic incidence-lumbar lordosis mismatch on surgical outcomes of short-segment transforaminal lumbar interbody fusion / Y. Aoki, A. Nakajima, H. Takahashi, M. Sonobe, F. Terajima, M. Saito, K. Takahashi, S. Ohtori, A. Watanabe, T. Nakajima, M. Takazawa, S. Orita, Y. Eguchi, K. Nakagawa // BMC. Musculoskelet. Disord. 2015. Vol. 16. P. 213. doi: 10.1186/s12891-015-0676-1.
57. Analysis of the pelvic functional orientation in the sagittal plane: a radiographic study with EOS 2D/3D technology / M. Loppini, U.G. Longo, P. Ragucci, N. Trenti, L. Balzarini, G. Grappiolo // J. Arthroplasty. 2017. Vol. 32, No 3. P. 1027-1032. doi: 10.1016/j.arth.2016.09.015.
58. Role of pelvic translation and lower-extremity compensation to maintain gravity line position in spinal deformity / E. Ferrero, B. Liabaud, V. Challier, R. Lafage, B.G. Diebo, S. Vira, S. Liu, J.M. Vital, B. Ilharreborde, T.S. Protopsaltis, T.J. Errico, F.J. Schwab, V. Lafage // J. Neurosurg. Spine. 2016. Vol. 24, No 3. P. 436-446. doi: 10.3171/2015.5.SPINE14989.
59. Thoracolumbar realignment surgery results in simultaneous reciprocal changes in lower extremities and cervical spine / L.M. Day, S. Ramchandran, C.M. Jalai, B.G. Diebo, B. Liabaud, R. Lafage, T. Protopsaltis, P.G. Passias, F.J. Schwab, S. Bess, T.J. Errico, V. Lafage, A.J. Buckland // Spine. 2016. Oct 17. [Epub ahead of print]
60. Validation study of arm positions for evaluation of global spinal balance in EOS imaging / K. Kaneko, Y. Aota, T. Sekiya, K. Yamada, T. Saito // Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol. 2016. Vol. 26, No 7. P. 725-733. doi: 10.1007/s00590-016-1813-8.

REFERENCES

1. Pellisé F., Vila-Casademunt A., Ferrer M., Domingo-Sabat M., Bagó J., Pérez-Grueso F.J., Alanay A., Mannion A.F., Acaroglu E.; European Spine Study Group, ESSG. Impact on health related quality of life of adult spinal deformity (ASD) compared with other chronic conditions. *Eur. Spine J.*, 2015, vol. 24, no. 1, pp. 3-11. doi: 10.1007/s00586-014-3542-1.
2. Hasegawa K., Okamoto M., Hatushikano S., Shimoda H., Ono M., Watanabe K. Normative values of spinopelvic sagittal alignment, balance, age, and health-related quality of life in a cohort of healthy adult subjects. *Eur. Spine J.*, 2016, vol. 25, no. 11, pp. 3675-3686.
3. Chang K.W., Leng X., Zhao W., Ching-Wei C., Chen T.C., Chang K.I., Chen Y.Y. Quality control of reconstructed sagittal balance for sagittal imbalance. *Spine*, 2011, vol. 36, no. 3, pp. E186-E197. doi: 10.1097/BSR.0b013e3181ef6828.

4. Schwab F., Dubey A., Gamez L., El Fegoun A.B., Hwang K., Pagala M., Farcy J.P. Adult scoliosis: prevalence, SF-36, and nutritional parameters in an elderly volunteer population. *Spine*, 2005, vol. 30, no. 9, pp. 1082-1085.
5. Schwab F., Patel A., Ungar B., Farcy J.P., Lafage V. Adult spinal deformity-postoperative standing imbalance: how much can you tolerate? An overview of key parameters in assessing alignment and planning corrective surgery. *Spine*, 2010, vol. 35, no. 25, pp. 2224-2231. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181ee6bd4.
6. Lu D.C., Chou D. Flatback syndrome. *Neurosurg. Clin. N. Am.*, 2007, vol. 18, no. 2, pp. 289-294.
7. Lafage V., Schwab F., Patel A., Hawkinson N., Farcy J.P. Pelvic tilt and truncal inclination: two key radiographic parameters in the setting of adults with spinal deformity. *Spine*, 2009, vol. 34, no. 17, pp. E599-E606. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181aad219.
8. Schwab F., Lafage V., Patel A., Farcy J.P. Sagittal plane considerations and the pelvis in the adult patient. *Spine*, 2009, vol. 34, no. 17, pp. 1828-1833. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181a13c08.
9. Schwab F.J., Patel A., Shaffrey C.I., Smith J.S., Farcy J.P., Boachie-Adjei O., Hostin R.A., Hart R.A., Akbarnia B.A., Burton D.C., Bess S., Lafage V. Sagittal realignment failures following pedicle subtraction osteotomy surgery: are we doing enough?: Clinical article. *J. Neurosurg. Spine*, 2012, vol. 16, no. 6, pp. 539-546. doi: 10.3171/2012.2.SPINE11120.
10. Klineberg E., Schwab F., Smith J.S., Gupta M.C., Lafage V., Bess S. Sagittal spinal pelvic alignment. *Neurosurg. Clin. N. Am.*, 2013, vol. 24, no. 2, pp. 157-162. doi: 10.1016/j.nec.2012.12.003.
11. Glassman S.D., Bridwell K., Dimar J.R., Horton W., Berven S., Schwab F. The impact of positive sagittal balance in adult spinal deformity. *Spine*, 2005, vol. 30, no. 18, pp. 2024-2029.
12. Berthonnaud E., Dimnet J., Roussouly P., Labelle H. Analysis of the sagittal balance of the spine and pelvis using shape and orientation parameters. *J. Spinal Disord. Tech.*, 2005, vol. 18, no. 1, pp. 40-47.
13. Dubousset J. *Three-dimensional analysis of the scoliotic deformity*. In: The pediatric spine: principles and practice. New York, Raven Press, 1994, pp. 479-496.
14. Ames C.P., Smith J.S., Scheer J.K., Bess S., Bederman S.S., Deviren V., Lafage V., Schwab F., Shaffrey C.I. Impact of spinopelvic alignment on decision making in deformity surgery in adults: A review. *J. Neurosurg. Spine*, 2012, vol. 16, no. 6, pp. 547-564. doi: 10.3171/2012.2.SPINE11320.
15. Horton W.C., Brown C.W., Bridwell K.H., Glassman S.D., Suk S.I., Cha C.W. Is there an optimal patient stance for obtaining a lateral 36° radiograph? A critical comparison of three techniques. *Spine*, 2005, vol. 30, no. 4, pp. 427-433.
16. Legaye J., Duval-Beaupère G. Sagittal plane alignment of the spine and gravity: a radiological and clinical evaluation. *Acta Orthop. Belg.*, 2005, vol. 71, no. 2, pp. 213-220.
17. Dubousset J., Challier V., Farcy J.P., Schwab F.J., Lafage V. Spinal alignment versus spinal balance In: Haid R.W., Schwab F.J., Shaffrey C.I., Youssef J.A., eds. *Global Spinal Alignment: Principles, Pathologies, and Procedures*. St. Louis, MO, Quality Medical Publishing, 2014, pp. 3-9.
18. Legaye J. Analysis of the dynamic sagittal balance of the lumbo-pelvi-femoral complex. In: Dr. V. Klika, ed. *Biomechanics in Applications*. Croatia, InTech, 2011, pp. 221-246. Available at: <http://www.intechopen.com/books/biomechanics-in-applications/analysis-of-the-dynamic-sagittal-balance-of-the-lumbo-pelvi-femoral-complex>
19. Ozer A.F., Kaner T., Bozdogan C. Sagittal Balance in the Spine. *Turkish Neurosurgery*, 2014, vol. 24, Suppl. 1, pp. 13-19.
20. Zheng X., Chaudhari R., Wu C., Mehbod A.A., Transfeldt E.E., Winter R.B. Repeatability test of C7 plumb line and gravity line on asymptomatic volunteers using an optical measurement technique. *Spine*, 2010, vol. 35, no. 18, pp. E889-E894.
21. Mac-Thiong J.M., Roussouly P., Berthonnaud E., Guigui P. Sagittal parameters of global spinal balance: normative values from a prospective cohort of seven hundred nine Caucasian asymptomatic adults. *Spine*, 2010, vol. 35, no. 22, pp. E1193-E1198. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181e50808.
22. Scheer J.K., Tang J.A., Smith J.S., Acosta F.L. Jr., Protopsaltis T.S., Blondel B., Bess S., Shaffrey C.I., Deviren V., Lafage V., Schwab F., Ames C.P.; International Spine Study Group. Cervical spine alignment, sagittal deformity, and clinical implications: a review. *J. Neurosurg. Spine*, 2013, vol. 19, no. 2, pp. 141-159. doi: 10.3171/2013.4.SPINE12838.
23. Beler G., Schuck M., Schuller E., Spann W. Determination of physical data of the head. I. Center of gravity and moments of inertia of human heads: scientific report. West Germany, Munich, Institute of forensic medicine, University of Munich, 1979, p. 44.
24. Pal G.P., Sherk H.H. The vertical stability of the cervical spine. *Spine*, 1988, vol. 13, no. 5, pp. 447-449.
25. Protopsaltis T.S., Scheer J.K., Terran J.S., Smith J.S., Hamilton D.K., Kim H.J., Mundis G.M. Jr., Hart R.A., McCarthy I.M., Klineberg E., Lafage V., Bess S., Schwab F., Shaffrey C.I., Ames C.P.; International Spine Study Group. How the neck affects the back: changes in regional cervical sagittal alignment correlate to HRQOL improvement in adult thoracolumbar deformity patients at 2-year follow-up. *J. Neurosurg. Spine*, 2015, vol. 23, no. 2, pp. 153-158. doi: 10.3171/2014.11.SPINE1441.
26. Oh T., Scheer J.K., Eastlack R., Smith J.S., Lafage V., Protopsaltis T.S., Klineberg E., Passias P.G., Deviren V., Hostin R., Gupta M., Bess S., Schwab F., Shaffrey C.I., Ames C.P.; International Spine Study Group. Cervical compensatory alignment changes following correction of adult thoracic deformity: a multicenter experience in 57 patients with a 2-year follow-up. *J. Neurosurg. Spine*, 2015, vol. 22, no. 6, pp. 658-665. doi: 10.3171/2014.10.SPINE14829.
27. Harrison D.E., Harrison D.D., Cailliet R., Troyanovich S.J., Janik T.J., Holland B. Cobb method or Harrison posterior tangent method: which to choose for lateral cervical radiographic analysis. *Spine*, 2000, vol. 25, no. 16, pp. 2072-2078.
28. Passias P.G., Wang S., Kozanek M., Wang S., Wang C. Relationship between the alignment of the occipitoaxial and subaxial cervical spine in patients with congenital atlantoaxial dislocations. *J. Spinal Disord. Tech.*, 2013, vol. 26, no. 1, pp. 15-21. doi: 10.1097/BSD.0b013e31823097f9.
29. Schwab F., Ungar B., Blondel B., Buchowski J., Coe J., Deinlein D., DeWal C., Mehdian H., Shaffrey C., Tribus C., Lafage V. Scoliosis Research Society-Schwab adult spinal deformity classification: a validation study. *Spine*, 2012, vol. 37, no. 12, pp. 1077-1082. doi: 10.1097/BRS.0b013e31823e15e2.
30. Smith J.S., Shaffrey C.I., Lafage V., Blondel B., Schwab F., Hostin R., Hart R., O'Shaughnessy B., Bess S., Hu S.S., Deviren V., Ames C.P.; International Spine Study Group. Spontaneous improvement of cervical alignment after correction of global sagittal balance following pedicle subtraction osteotomy. *J. Neurosurg. Spine*, 2012, vol. 17, no. 4, pp. 300-307. doi: 10.3171/2012.6.SPINE1250.
31. Lee S.H., Kim K.T., Seo E.M., Suk K.S., Kwack Y.H., Son E.S. The influence of thoracic inlet alignment on the craniocervical sagittal balance in asymptomatic adults. *J. Spinal Disord. Tech.*, 2012, vol. 25, no. 2, pp. E41-E47. doi: 10.1097/BSD.0b013e3182396301.
32. Hwang S.W., Samdani A.F., Tantorski M., Cahill P., Nydick J., Fine A., Betz R.R., Antonacci M.D. Cervical sagittal plane decompensation after surgery for adolescent idiopathic scoliosis: an effect imparted by postoperative thoracic hypokyphosis. *J. Neurosurg. Spine*, 2011, vol. 15, no. 5, pp. 491-496. doi: 10.3171/2011.6.SPINE1012.
33. Kim K.T., Suk K.S., Cho Y.J., Hong G.P., Park B.J. Clinical outcome results of pedicle subtraction osteotomy in ankylosing spondylitis with kyphotic deformity. *Spine*, 2002, vol. 27, no. 6, pp. 612-618.
34. Deviren V., Scheer J.K., Ames C.P. Technique of cervicothoracic junction pedicle subtraction osteotomy for cervical sagittal imbalance: report of 11 cases. *J. Neurosurg. Spine*, 2011, vol. 15, no. 2, pp. 174-181. doi: 10.3171/2011.3.SPINE10536.
35. Pigge R.R., Scheerder F.J., Smit T.H., Mullender M.G., Van Royen B.J. Effectiveness of preoperative planning in the restoration of balance and view in ankylosing spondylitis. *Neurosurg. Focus*, 2008, vol. 24, no. 1, pp. E7. doi: 10.3171/FOC/2008/24/1/E7.
36. Suk K.S., Kim K.T., Lee S.H., Kim J.M. Significance of chin-brow vertical angle in correction of kyphotic deformity of ankylosing spondylitis patients. *Spine*, 2003, vol. 28, no. 17, pp. 2001-2005.
37. Kim K.T., Lee S.H., Son E.S., Kwack Y.H., Chun Y.S., Lee J.H. Surgical treatment of "chin-on-pubis" deformity in a patient with ankylosing spondylitis: a case report of consecutive cervical, thoracic, and lumbar corrective osteotomies. *Spine*, 2012, vol. 37, no. 16, pp. E1017-E1021. doi: 10.1097/BRS.0b013e31824ee031.

38. Ames C.P., Blondel B., Scheer J.K., Schwab F.J., Le Huec J.C., Massicotte E.M., Patel A.A., Traynelis V.C., Kim H.J., Shaffrey C.I., Smith J.S., Lafage V. Cervical radiographical alignment: comprehensive assessment techniques and potential importance in cervical myelopathy. *Spine*, 2013, vol. 38, no. 22 Suppl. 1, pp. S149-S160. doi: 10.1097/BRS.0b013e3182a7f449.
39. Bess S., Protopsaltis T.S., Lafage V., Lafage R., Ames C.P., Errico T., Smith J.S.; International Spine Study Group. Clinical and radiographic evaluation of adult spinal deformity. *Clin. Spine Surg.*, 2016, vol. 29, no. 1, pp. 6-16. doi: 10.1097/BSD.0000000000000352.
40. Weng C., Wang J., Tuchman A., Wang J., Fu C., Hsieh P.C., Buser Z., Wang J.C. Influence of T1 slope on the cervical sagittal balance in degenerative cervical spine: an analysis using kinematic MRI. *Spine*, 2016, vol. 41, no. 3, pp. 185-190. doi: 10.1097/BRS.0000000000001353.
41. Le Huec J.C., Demezon H., Aunoble S. Sagittal parameters of global cervical balance using EOS imaging: normative values from a prospective cohort of asymptomatic volunteers. *Eur. Spine J.*, 2015, vol. 24, no. 1, pp. 63-71. doi: 10.1007/s00586-014-3632-0.
42. Hardacker J.W., Shuford R.F., Capicotto P.N., Pryor P.W. Radiographic standing cervical segmental alignment in adult volunteers without neck symptoms. *Spine*, 1997, vol. 22, no. 13, pp. 1472-1480.
43. Hyun S.J., Kim K.J., Jahng T.A., Kim H.J. Relationship between T1 slope and cervical alignment following multilevel posterior cervical fusion surgery: impact of T1 slope minus cervical lordosis. *Spine*, 2016, vol. 41, no. 7, pp. E396-E402. doi: 10.1097/BRS.0000000000001264.
44. Liu S., Schwab F., Smith J.S., Klineberg E., Ames C.P., Mundis G., Hostin R., Kebaish K., Deviren V., Gupta M., Boachie-Adjei O., Hart R.A., Bess S., Lafage V. Likelihood of reaching minimal clinically important difference in adult spinal deformity: a comparison of operative and nonoperative treatment. *Ochsner J.*, 2014, vol. 14, no. 1, pp. 67-77.
45. Bernhardt M., Bridwell K.H. Segmental analysis of the sagittal plane alignment of the normal thoracic and lumbar spines and thoracolumbar junction. *Spine*, 1989, vol. 14, no. 7, pp. 717-721.
46. Kim S.B., Lee G.S., Won Y.G., Jun J.B., Hwang C.M., Hong C.H. Radiologic findings of pelvic parameters related to sagittal balance. *J. Korean Soc. Spine Surg.*, 2016, vol. 23, no. 3, pp. 197-205. Available at: <https://doi.org/10.4184/jkss.2016.23.3.197>
47. Hu P., Yu M., Sun Z., Li W., Jiang L., Wei F., Liu X., Chen Z., Liu Z. Analysis of global sagittal postural patterns in asymptomatic Chinese adults. *Asian Spine J.*, 2016, vol. 10, no. 2, pp. 282-288. doi: 10.4184/asj.2016.10.2.282.
48. Vialle R., Levassor N., Rillardon L., Templier A., Skalli W., Guigui P. Radiographic analysis of the sagittal alignment and balance of the spine in asymptomatic subjects. *J. Bone Joint Surg. Am.*, 2005, vol. 87, no. 2, pp. 260-267.
49. Lafage V., Schwab F., Skalli W., Hawkinson N., Gagey P.M., Ondra S., Farcy J.P. Standing balance and sagittal plane spinal deformity: analysis of spinopelvic and gravity line parameters. *Spine*, 2008, vol. 33, no. 14, pp. 1572-1578. doi: 10.1097/BRS.0b013e31817886a2.
50. Kim Y.J., Bridwell K.H., Lenke L.G., Rhim S., Cheh G. An analysis of sagittal spinal alignment following long adult lumbar instrumentation and fusion to L5 or S1: can we predict ideal lumbar lordosis? *Spine*, 2006, vol. 31, no. 20, pp. 2343-2352.
51. Rose P.S., Bridwell K.H., Lenke L.G., Cronen G.A., Mulconrey D.S., Buchowski J.M., Kim Y.J. Role of pelvic incidence, thoracic kyphosis, and patient factors on sagittal plane correction following pedicle subtraction osteotomy. *Spine*, 2009, vol. 34, no. 8, pp. 785-791. doi: 10.1097/BRS.0b013e31819d0c86.
52. Hallager D.W., Hansen L.V., Dragsted C.R., Peytz N., Gehrchen M., Dahl B. A comprehensive analysis of the SRS-Schwab Adult Spinal Deformity Classification and Confounding Variables: A Prospective, Non-US Cross-sectional Study in 292 patients. *Spine*, 2016, vol. 41, no. 10, pp. E589-E597. doi: 10.1097/BRS.0000000000001355.
53. Slobodyanyuk K., Poorman C.E., Smith J.S., Protopsaltis T.S., Hostin R., Bess S., Mundis G.M. Jr., Schwab F.J., Lafage V.; International Spine Study Group. Clinical improvement through nonoperative treatment of adult spinal deformity: who is likely to benefit? *Neurosurg. Focus*, 2014, vol. 36, no. 5, pp. E2. doi: 10.3171/2014.3.FOCUS1426.
54. Liu Y., Liu Z., Zhu F., Qian B.P., Zhu Z., Xu L., Ding Y., Qiu Y. Validation and reliability analysis of the new SRS-Schwab classification for adult spinal deformity. *Spine*, 2013, vol. 38, no. 11, pp. 902-908. doi: 10.1097/BRS.0b013e318280c478.
55. Ha K.Y., Jang W.H., Kim Y.H., Park D.C. Clinical relevance of the SRS-Schwab Classification for degenerative lumbar scoliosis. *Spine*, 2016, vol. 41, no. 5, pp. E282-E288. doi: 10.1097/BRS.0000000000001229.
56. Aoki Y., Nakajima A., Takahashi H., Sonobe M., Terajima F., Saito M., Takahashi K., Ohtori S., Watanabe A., Nakajima T., Takazawa M., Orita S., Eguchi Y., Nakagawa K. Influence of pelvic incidence-lumbar lordosis mismatch on surgical outcomes of short-segment transforaminal lumbar interbody fusion. *BMC Musculoskelet. Disord.*, 2015, vol. 16, pp. 213. doi: 10.1186/s12891-015-0676-1.
57. Loppini M., Longo U.G., Ragucci P., Trenti N., Balzarini L., Grappiolo G. Analysis of the pelvic functional orientation in the sagittal plane: a radiographic study with EOS 2D/3D technology. *J. Arthroplasty*, 2017, vol. 32, no. 3, pp. 1027-1032. doi: 10.1016/j.arth.2016.09.015.
58. Ferrero E., Liabaud B., Challier V., Lafage R., Diebo B.G., Vira S., Liu S., Vital J.M., Ilharreborde B., Protopsaltis T.S., Errico T.J., Schwab F.J., Lafage V. Role of pelvic translation and lower-extremity compensation to maintain gravity line position in spinal deformity. *J. Neurosurg. Spine*, 2016, vol. 24, no. 3, pp. 436-446. doi: 10.3171/2015.5.SPINE14989.
59. Day L.M., Ramchandran S., Jalai C.M., Diebo B.G., Liabaud B., Lafage R., Protopsaltis T., Passias P.G., Schwab F.J., Bess S., Errico T.J., Lafage V., Buckland A.J. Thoracolumbar realignment surgery results in simultaneous reciprocal changes in lower extremities and cervical spine. *Spine*, 2016, Oct. 17. [Epub ahead of print]
60. Kaneko K., Aota Y., Sekiya T., Yamada K., Saito T. Validation study of arm positions for evaluation of global spinal balance in EOS imaging. *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.*, 2016, vol. 26, no. 7, pp. 725-733. doi: 10.1007/s00590-016-1813-8.

Рукопись поступила 29.11.2016

Сведения об авторах:

1. Бурцев Александр Владимирович – ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия, научная клинико-экспериментальная лаборатория патологии осевого скелета и нейрохирургии, научный сотрудник, к. м. н.
2. Рябых Сергей Олегович – ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия, руководитель научной клинико-экспериментальной лаборатории патологии осевого скелета и нейрохирургии, д. м. н.; Email: rso_@mail.ru
3. Котельников Александр Олегович – ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия, клинический ординатор
4. Губин Александр Вадимович – ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, директор, д. м. н.

Information about the authors:

1. Alexander V. Burtsev, M.D., Ph.D., Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia, Scientific Clinical Experimental Laboratory of Axial Skeletal Pathology and Neurosurgery; Email: BAV31rus@mail.ru
2. Sergei O. Ryabykh, M.D., Ph.D., Russian Ilizarov Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopaedics», Kurgan, Russia, Head of the Laboratory of Axial Skeletal Pathology and Neurosurgery; Corresponding author: rso_@mail.ru
3. Alexandre O. Kotelnikov, M.D., Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia
4. Alexander V. Gubin, M.D., Ph.D., Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia, Director; Email: Alexander@gubin.spb.ru