

DOI: 10.34921/amj.2022.3.019

Şkatula Y.V., Badion Y.A., Kravets A.V., Şapoval İ.V.

İDİOPATİK SKOLİOZLU XƏSTƏLƏRDƏ ONURĞANIN HORIZONTAL SƏTHDƏ DEFORMASIYA PARAMETRLƏRİNİN MİQDARI QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ ÜSULLARI

Sumı Dövlət Universiteti Təcili tibbi yardım və fəlakətlər təbabəti kafedrası, Sumı, Ukrayna

Xülasə. Məqalədə skolioz xəstəliyi olan şəxslərdə onurğanın horizontal səth üzrə deformasiyasının parametrlərini miqdarı qiymətləndirmək üçün təklif edilən üsullara dair ədəbiyyat məlumatlarının sistemsiz xülasəsi verilmişdir. Çox tanınmış və praktik baxımdan əhəmiyyətli olan üsulların informativliyi və klinika üçün yararlılığı araşdırılmışdır.

Skolioz xəstələrinin kompleks müayinəsi üzrə müasir meyllər onurğanın horizontal səth boyunca deformasiyalarının miqdarı cəhətdən qiymətləndirilməsi üçün istifadə edilə bilən yeni və daha informativ üsulların tətbiqindən ibarətdir ki, bu da texnologiyanın inkişafı və təkmilləşməsi ilə əlaqədardır. Qeyd etmək lazımdır ki, indiyə qədər anatomo-struktural və torsion dəyişikliklərin tədqiqinə kifayət qədər diqqət yetirilməmişdir. Rotasion-torzion dəyişikliklərin dinamikada qiymətləndirilməsindən alınan nəticələr skoliotik deformasiyaların müxtəlif tiplərinin prediktoru, konservativ və cərahi müalicənin effektivliyinin indikatoru kimi istifadə edilə bilər.

Açar sözlər: idiopatik skolioz, deformasiya, rotasiya, torsiya, diaqnostika

Ключевые слова: идиопатический сколиоз, деформация, ротация, торсия, диагностика

Key words: idiopathic scoliosis, deformation, rotation, torsion, diagnostics

Шкатула Ю.В., Бадюн Ю.А., Кравец А.В., Шаповал И.В.

СПОСОБЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ДЕФОРМАЦИИ ПОЗВОНОЧНИКА В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ У ПАЦИЕНТОВ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ

Кафедра экстренной медицинской помощи и медицины катастроф
Учебно-научного Медицинского института Сумского государственного университета,
Сумы, Украина

В статье приведен несистематизированный обзор публикаций, где описаны способы и технологии определения параметров деформации позвоночника в горизонтальной плоскости у пациентов со сколиотической болезнью. Исследованы информативность и клиническая пригодность наиболее известных и практически значимых способов. Предложен собственный способ количественной оценки торсионной деформации позвонков у пациентов с идиопатическим сколиозом.

Современной тенденцией комплексного обследования пациентов со сколиотической болезнью стало появление новых, более информативных способов количественной оценки параметров деформации позвоночника в горизонтальной плоскости, что обусловлено прежде всего развитием и совершенствованием технологий. Необходимо отметить, что исследованию особенностей анатомо-структуральных, торсионных изменений уделяется недостаточное внимание. Динамическое оценивание ротационно-торсионных изменений позвоночника может быть использовано в качестве предиктора прогрессирования при различных типах сколиотических деформаций, индикатор результата консервативного и хирургического лечения.

Сколиоз – это общий термин, объединяющий разнообразную группу состояний, проявляющихся изменениями формы и положения позвоночника, грудной клетки и туловища.

Согласно современным представлениям сколиоз – это болезнь, характеризующаяся развитием многоплоскостной деформации позвоночника, в случае прогрессирования которой происходит дислокация и нарушение функции внутренних органов, ухудшение качества жизни и сокращение его продолжительности [1].

В системе диагностики сколиотической деформации позвоночника обязательно рентгенологическое обследование пациента. Оно объективизирует визуальную клиническую картину патологии; уточняет информацию о локализации дуг искривления и их параметров, изменениях анатомо-биомеханических характеристик позвоночника, реберного каркаса грудной клетки и таза; иллюстрирует состояние росткового костного потенциала и структурных морфологических конфигураций пораженного органа. Именно рентгенологические данные являются основанием для установления клинического диагноза, определения адекватного корректирующего воздействия, решения экспертных вопросов, оценки динамики развития заболевания и результативности проведенного лечения [2-5].

Необходимо отметить, что высокотехнологичные методики лучевого исследования, такие как мультиспиральная компьютерная томография и магнитно-резонансная томография, редко используют для изучения и оценки параметров искривления позвоночника. К ним прибегают только при наличии болевого синдрома или в случае подозрения на воспалительные, опухолевые или дегенеративно-дистрофические изменения позвоночника и спинного мозга [6-10].

При рентгенологическом обследовании параметры и характер искривления изучают в трех плоскостях. Во фронтальной плоскости определяют величину латеральных дуг деформации, в сагиттальной плоскости оценивают состояние профиля позвоночника. При изучении параметров деформации позвоночника в горизонтальной плоскости выделяют ротационное смещение и тор-

сионную деформацию [11].

Изменение положения позвонков – их вращение вокруг вертикальной оси позвоночника называют ротацией. Ротация максимально выражена на уровне апикального позвонка и прогрессивно уменьшается в направлении краниального и каудального концевых позвонков сколиотической дуги.

Торсия – это структуральные изменения анатомии позвонка, развивающиеся под влиянием спиральных векторных нагрузок. При этом и передняя и задняя опорные колонны позвонков, подверженных торсионной деформации, обращены в выпуклую сторону латеральной дуги искривления.

Торсией называется напряжённое состояние в тканях позвоночно-двигательного сегмента, которое возникает в направлении, противоположном направлению ротации. Торсия является своеобразным механизмом, уравнивающим избыточное напряжённое состояние тканей позвоночного столба [12].

В ходе аналитического обзора литературы мы обратили внимание, что авторы нередко отождествляют и смешивают эти два понятия.

Механизмы, управляющие вращением позвонков, не выяснены и неизвестно, предшествует ли латеральное искривление вращению или наоборот [13].

На сегодняшний день определение характеристик деформации позвоночника в горизонтальной плоскости является важным инструментом предоперационного планирования, тогда как при консервативном лечении и динамическом наблюдении основное внимание уделяется параметрам латерального искривления во фронтальной плоскости [14].

Нуждаются в дальнейшем изучении взаимоотношения ротационно-торсионных изменений позвоночника с другими составляющими многоплоскостной деформации, их связь с анатомическим типом и этиологией сколиотической болезни.

Цель исследования – изучение информативности и клинической пригодности известных способов определения и оценки параметров деформации позвоночника в горизонтальной плоскости при обследовании пациентов с идиопатическим сколиозом.

Материал и методы исследования. Представлен несистематизированный обзор публикаций, в которых

описаны способы и технологии определения параметров деформации позвоночника в горизонтальной плоскости у пациентов со сколиотической болезнью. Для проведения исследования выполнен поисковый отбор научных публикаций на серверах Medline и PubMed по следующим ключевым словам: «adolescent idiopathic scoliosis», «rotation», «torsion», «diagnosis». Как результат, в базах данных выявлено 215 полнотекстовых статей, из которых 54 научных труда, отвечающих критериям включения, были отобраны для дальнейшего анализа. В связи с тем, что в отдельных научных публикациях классические способы приведены с существенными отличиями, мы решили целесообразно обратиться к первоисточникам, датированным 1930 годом.

Результаты исследования и их обсуждение. Проанализированы 54 научные работы, отвечающие критериям включения. Мы сосредоточили внимание на наиболее известных и практически значимых способах обследования больных со сколиотической болезнью.

Один из первых известных способов определения ротационного смещения позвоночника в случае сколиоза был предложен в 1948 году J. Cobb [15] (рис. 1).

Способ заключается в оценке локализации проекции остистого отростка относительно вертикального центра тела позвонка. Автор выделил пять градаций, где отсутствие ротации обозначается цифрой 0, ротация в зависимости от локализации проекции остистого отростка знаками от «+» до «++++».

Схема ограничена пятью градациями и не позволяет количественно определить угол ротационного смещения. Другой недостаток состоит в том, что при наличии торсионно-структуральных изменений анатомии позвонка и собственно остистого отростка происходит искажение результатов.

Способ прост в использовании, не требует дополнительного облучения пациента по сравнению с более современными способами.

Способ, предложенный в 1969 году C. Nash, J. Moe, другое название – pedicle-способ (от pedicle – ножка), заключается в определении проекционного размещения ножки дуги позвонка по отношению к боковой поверхности его тела на выпуклой стороне деформации [16]. В норме при отсутствии ротации ножки дуг позвонка расположены симметрично как к проекционной тени остистого отростка, так и к бо-

ковым сторонам тела позвонка. Через середину тела позвонка проводят вертикальную линию, после этого половину позвонка на выпуклой стороне дуги условно делят на три равные части. Авторы сохранили распределение величины ротации на пять стадий, назвав их грейдами (grades), обозначившимися в латинском алфавитном порядке от А до Е с добавлением к каждой букве цифры от 0 до 4. Каждый грейд характеризуется выраженностью смещения проекции ножки дуги в соответствующий сектор тела позвонка. В случае ротационного смещения I степени отмечается лишь асимметрия контуров ножек дуг при их обычном размещении в пределах наружной трети. При ротации II и III степеней ножка дуги проектируется соответственно на среднюю и медиальную трети, а при IV степени – на контралатеральную половину тела позвонка.

В 1979 году R. Perdriolle предложил специальную линейку-торсиометр для количественной оценки ротации позвоночника, используя спондилограмму, выполненную во фронтальной плоскости. Способ R. Perdriolle основан на принципах способов J. Cobb и C. Nash, J. Moe и позволяет определить величину патологической ротации в градусах с шагом измерения до 5 градусов [17].

Еще один известный в ортопедическом сообществе способ был предложен P. Raimondi в 1984 году [18]. Способ состоит в том, что на переднезадней рентгенограмме позвоночника выбирают ротируемый сегмент, на котором определяют два размера. Первый размер (А) – это ширина проекции тела позвонка, измеряемая от середины высоты наружных краев позвонка. Вторым размером (В) является расстояние между серединой края тела позвонка и центром проекции ножки дуги позвонка на выпуклой стороне деформации. После этого показатель ротации позвонка вычисляют по специальной таблице. В таблице в нижней горизонтальной строке находят цифру, соответствующую размеру (А). Далее в столбце, где расположена эта ячейка, находят совпадающий или наиболее приближенный к размеру (В) показатель, после этого определяют угол ротации, указанный в крайней правой строке таблицы.

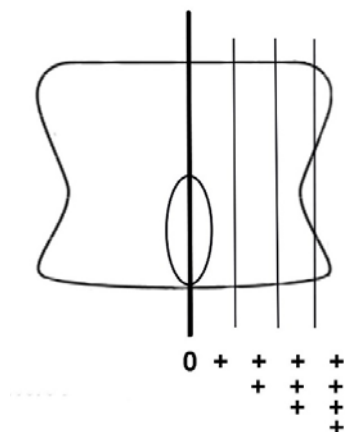


Рис. 1. Способ J. Cobb

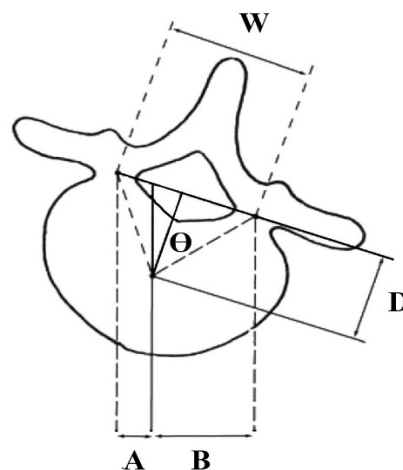


Рис. 2. Способ I. Stokes и соавторов

В 1986 году I. Stokes, L. Bigalow и M. Moreland предложили собственный способ определения ротационного компонента сколиотической деформации (рис. 2) [19]. Согласно этому способу, определяют расположение ножек дуги позвонка относительно центральной точки, а не к краям позвонка. На рентгенографическом изображении измеряют проекцию расстояния от обеих ножек дуги позвонка до его центра (А и В), это соотносят с другими параметрами – межпедикулярным размером (W) и расстоянием от ножек до центра тела позвонка (D). Значение угла ротации позвонка вычисляют с помощью формулы Stokes:

$$\tan \Theta = \frac{W}{2D} \cdot \frac{A - B}{A + B}.$$

Способ Aaro - Dahlborn. Отличительной чертой предлагаемого способа является использование компьютерной томографии. Схематическое изображение определения ротационной деформации позвоночника

способом Aaro - Dahlborn приведено на рисунке 3 [20].

Отрезок АВ соединяет переднюю срединную линию тела со средней точкой дорзальной части отверстия позвонка; отрезок ВС проходит через срединную линию тела позвонка, угол ротации – это угол между двумя отрезками.

Недостатком способа является то, что в положении лежа на спине, необходимой для компьютерной томографии, деформация позвоночника меняется. Кроме того, компьютерная томография увеличивает лучевую нагрузку на пациента и значительно дороже рентгенографического обследования, что ограничивает ее использование в клинических условиях.

Но с соавторами (No et al.) предложили определять величину ротации позвоночника с помощью компьютерной томографии, используя угол, образованный внутренними пластинками дуги позвонка (рис. 4) [21].

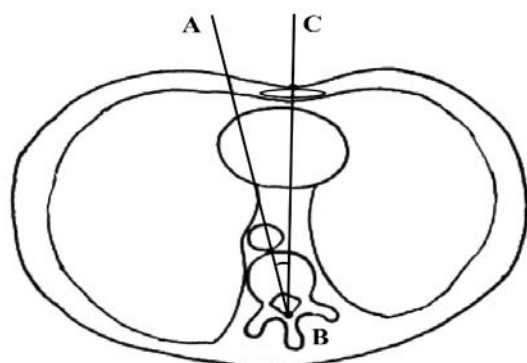


Рис. 3. Способ Aaro - Dahlborn

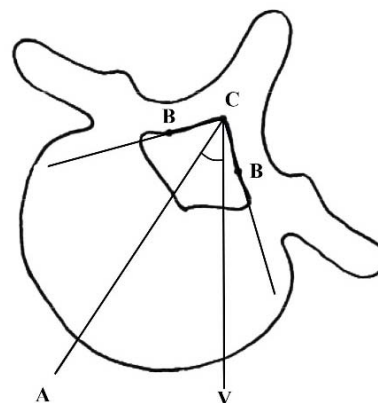


Рис. 4. Способ Но с соавторами

Точка С образована местом соединения двух пластинок дуги позвонка; две точки В находятся между ножками и пластинками дуги позвонка; линия АС делит пополам угол ВСВ; угол ротационной деформации позвоночника вычисляют как угол между биссектрисой и вертикалью (АСV).

На основании проведенного анализа научной литературы установлено, что первые способы определения ротационной деформации позвоночника появились более 70 лет назад. Современной тенденцией комплексного обследования пациентов со сколиотической болезнью стало появление новых, более информативных способов количественной оценки параметров деформации позвоночника в горизонтальной плоскости, что обусловлено прежде всего развитием и совершенствованием технологий. Необходимо отметить, что исследованию особенностей анатомо-структурных торсионных изменений уделяется недостаточное внимание. Дальнейшее изучение торсионных изменений позвонков должно привести к лучшему пониманию механизмов, которые влекут за собой сколиотическую деформацию, что будет способствовать разработке патогенетических методов лечения.

Нами предложен собственный способ количественной оценки параметров торсионной деформации позвонков у пациентов с идиопатическим сколиозом (заявка в ГП «Украинский институт интеллектуальной собственности» «Способ определения тор-

сионной деформации позвонков у пациентов со сколиотической болезнью»).

Суть способа заключается в следующем: на томографическом изображении позвонка в горизонтальной плоскости определяют геометрический центр позвоночного отверстия (А). От центра позвоночного отверстия проводят отрезок к вершुшке остистого отростка позвонка (АВ), другой отрезок проводят к максимально удаленной точке на вентральной поверхности позвонка (АС). Угол, образованный сечением линий АВ и АС, и является углом торсии позвонка.

Предлагаемый способ реализуют следующим образом. Компьютерное сканирование грудно-поясничного отдела позвоночника выполняют пациенту в положении лежа на спине на столе компьютерного томографа. После этого выбирают наиболее оптимальный срез для определения торсионной деформации позвонков.

На полученном изображении определяют апикальный позвонок, находящийся на высоте искривления дуги. На мониторе рабочей станции компьютерного томографа определяют геометрический центр позвоночного отверстия (А), от него проводят отрезок до вершुшки остистого отростка позвонка В. Другой отрезок проводят от центра позвоночного отверстия (А) к максимально удаленной точке на вентральной поверхности позвонка (АС). Угол, образованный сечением линий АВ и АС, и является углом торсии позвонка. В случае отсутствия торсии позвонка угол равен 0° (рис. 5).

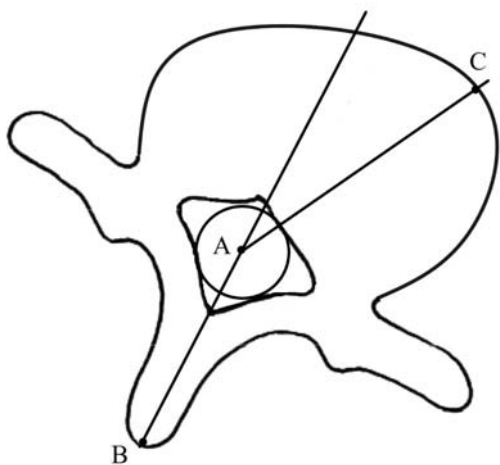


Рис. 5. Способ определения торсионной деформации позвонков у пациентов со сколиотической болезнью

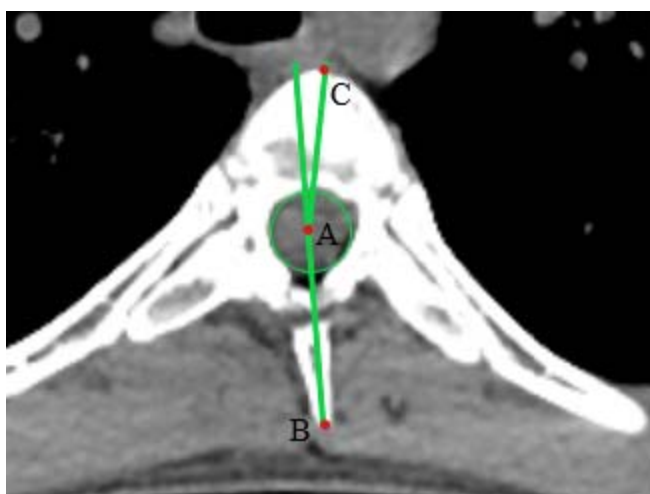


Рис. 6. Клинический пример использования предлагаемого способа

Предлагаемый способ может быть использован в любом лечебном или диагностическом учреждении, где имеется оборудование для проведения компьютерной томографии.

Клинический пример использования способа. Пациентка Т., 15 лет. Болеет идиопатическим сколиозом позвоночника на протяжении 11 лет. На протяжении этого периода проводилось комплексное консервативное лечение, включающее корсетотерапию с использованием полимерного корсета Cheneau, систематические занятия лечебной физкультурой. Отмечается постепенное прогрессирование сколиотической болезни, увеличение деформации позвоночника.

Компьютерная томография выполнена на томографе Toshiba Aquilion Prime. Диагноз: идиопатический S-образный сколиоз груднопоясничного отдела позвоночника III ст. Величина основной дуги латерального искривления способом J. Cobb составляет 36,4°, величина ротационного смещения апикального позвонка, определенная способом J. Cobb – (+++), вели-

чина ротационного смещения, определенная способом P. Raimondi – 24°.

Используя предложенный способ, определяем угол торсии апикального позвонка грудного отдела. Угол торсии составляет 12° (рис. 6).

Таким образом, способ позволяет неинвазивно и информативно определить степень торсионной деформации позвонков у пациентов со сколиотической болезнью.

Выводы

1. Дальнейшее изучение торсионных изменений позвонков должно привести к лучшему пониманию механизмов, которые влекут за собой сколиотическую деформацию, что будет способствовать разработке патогенетических методов лечения.

2. Динамическое оценивание ротационно-торсионных изменений позвоночника может быть использовано в качестве предиктора прогрессирования при различных типах сколиотических деформаций, индикатор результата консервативного и хирургического лечения.

REFERENCES

1. Negrini S., Donzelli S., Aulisa A.G., [et al.]. 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth // *Scoliosis Spinal Disord.* – 2018. – Vol. 13, № 3. doi: 10.1186/s13013-017-0145-8.
2. Lam G.C., Hill D.L., Le L.H., Raso J.V., Lou E.H. Vertebral rotation measurement: a summary and comparison of common radiographic and CT methods // *Scoliosis.* – 2008. – Vol. 3. – P. 16. doi: 10.1186/1748-7161-3-16.
3. Shkatula Y.V., Badion Y.O., Tkachenko Y.A. et al. Epidemiology of injuries in children resulting from a fall from a height // *Azerbaijan Medical Journal.* – 2021. – № 2. – P.113-119. DOI: 10.34921/amj.2021.2.017
4. Korol L., Stepanova N., Vasylchenko V. et al. Plasma oxalic acid as a trigger for oxidative processes in end-stage renal disease patients // *Ukrainian Journal of Nephrology and Dialysis*, 2021, 1(69), 46-53. [https://doi.org/10.31450/ukrjnd.1\(69\).2021.07](https://doi.org/10.31450/ukrjnd.1(69).2021.07)
5. Demikhova N.V., Smyanov V.A., Prikhodko O.A. et al. The use of information and telecommunication technologies and problem-based learning (PBL) in the formation of competitive competence among medical masters of the Sumy State University // *Azerbaijan Medical Journal.* - 2016. - № 2. - P. 95-101.
6. Jankowski P.P., Yaszay B., Cidambi K.R., Bartley C.E., Bastrom T.P., Newton P.O. The relationship between apical vertebral rotation and truncal rotation in adolescent idiopathic scoliosis using 3D reconstructions // *Spine Deform.* – 2018. – Vol. 6, № 3. – P. 213–219. doi: 10.1016/j.jspd.2017.10.003.
7. Popov S., Demikhova N., Melekhovets O. et al. Application of "reytoil" in prevention of atherosclerosis in diabetes patients // *Likars'ka sprava.* – 2012. - №8. – P.119-126.
8. Demikhova N., Sukhonos V., Vynnychenko L. et al. Activation of lipid peroxidation in patients with renal hypertension // *Georgian Medical News.* – 2013. - № 215. – P. 51-55.
9. Shkatula Y.V., Badion Y.A., Kasian S.N. et al. Predictive capabilities of using the shock index and its modifications for assessing hemodynamic disorders in victims with traumatic injuries / *Azerbaijan Medical Journal*, 2021, 1, стр. 117–122.
10. Shkatula Y.V., Badion Y.O., Novikov M.V. Efficiency of different methods of temporary external hemostasis at the pre-hospital stage of emergency medical care / *Novosti Khirurgii*, 2020, 28(6), стр. 688–693.
11. Illés T.S., Lavaste F., Dubousset J.F. The third dimension of scoliosis: The forgotten axial plane // *Orthop Traumatol Surg Res.* – 2019. – Vol. 105, № 2. – P. 351–359. doi: 10.1016/j.otsr.2018.10.021.
12. Евсеев В.И. Биомеханика дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника (остеохондроза,

- спондилеза, спондилоартроза). – Москва: Ruscience, 2017., 331 стр.
13. Шкатула Ю.В., Бадіон Ю.О., Руденко П.В. Методи та можливості визначення ротаційно-торсійних змін хребта в пацієнтів зі сколіотичною хворобою // EUMJ. – 2021. Vol. 9, № 3. – P. 209–218. doi: doi.org/10.21272/eumj.
 14. Ebrahimi S., Gajny L., Vergari C., Angelini E.D., Skalli W. Vertebral rotation estimation from frontal X-rays using a quasi-automated pedicle detection method // Eur Spine J. – 2019. – Vol. 28, № 12. – P. 3026–3034. doi: 10.1007/s00586-019-06158-z.
 15. Cobb J.R. Outline for the study of scoliosis. American Academy of Orthopedic Surgeons, Instructional Course Lectures. – 1948. – Vol. 5. – P. 261–275.
 16. Nash C.L., Moe J.H. A study of vertebral rotation // J Bone Joint Surg Am. – 1969. – Vol. 51, № 2. P. 223–229. doi: 10.2106/00004623-196951020-00002.
 17. Perdriolle R., Vidal J. Etude de la courbure scoliotique. Importance de l'examen et de la rotation vertebrale // Rev Chir Orthop. – 1981. – Vol. 67. – P. 25–34.
 18. Raimondi P. La rotazione vertebrale. Proposta di nuovo metodo di valutazione // Annali ISEFI Aquila. – 1984. – P. 81–84.
 19. Vrtovec T., Pernuš F., Likar B. A review of methods for quantitative evaluation of axial vertebral rotation // Eur Spine J. – 2009. – Vol. 18. – P. 1079–1090. doi: 10.1007/s00586-009-0914-z.
 20. Labrom F.R., Izatt M.T., Claus A.P., Little J.P. Adolescent idiopathic scoliosis 3D vertebral morphology, progression and nomenclature: a current concepts review // Eur Spine J. – 2021. – Vol. 30, № 7. – P. 1823–1834. doi: 10.1007/s00586-021-06842-z.
 21. Ho E., Upadhyay S.S., Chan F.L. [et al.]. New methods of measuring vertebral rotation from computed tomographic scans: an intraobserver and interobserver study on girls with scoliosis // Spine. – 1993. – Vol. 18, № 9. – P. 1173–1177.

Shkatula Y.V., Badion Y.A., Kravets O.V., Shapoval I.V.

METHODS FOR QUANTITATIVE ASSESSMENT OF PARAMETERS OF SPINE DEFORMATION IN THE HORIZONTAL PLANE IN PATIENTS WITH IDIOPATHIC SCOLIOSIS

*Department of Emergency Medical Care and Disaster Medicine,
Academic and Research Medical Institute of Sumy State University,
Sumy, Ukraine*

Summary. The article presents an unstructured review of publications which describe methods and technologies for determining the parameters of spinal deformity in the horizontal plane in patients with scoliotic disease. Descriptiveness and clinical suitability of the most well-known and practically significant methods are investigated. The authors proposed their own method for quantitative assessment of torsion deformity of the vertebrae in patients with idiopathic scoliosis.

The current trend of comprehensive examination of patients with scoliotic disease is the emergence of new, more informative methods for quantitative evaluation of the parameters of spinal deformity in the horizontal plane, which is primarily due to the development and improvement of technology. It should be noted that the study of the features of anatomical-structural, and torsional changes are given insufficient attention. Dynamic assessment of rotational-torsional changes of the spine can be used as a predictor of progression in various types of scoliotic deformities, an indicator of the outcome of conservative and surgical treatment.

Автор для кореспонденції:

Шкатула Юрій Васильевич, доктор медичинських наук, професор, завідує кафедрою екстренної медичинської допомоги і медицини катастроф Медичинського інституту Сумського державного університету, Суми, Україна.

E-mail: y.shkatula@med.sumdu.edu.ua