



Валидация системы поддержки принятия решений по определению степени сколиотической деформации позвоночника при анализе рентгенограмм

Г.А. Леин¹, Н.С. Нечаева¹, М.О. Демченко¹, М.С. Артамонов²

¹Протезно-ортопедический центр «Сколиолоджик.ру», Санкт-Петербург, Россия

²Северо-Западный научно-практический центр реабилитации и протезирования «Ортетика», Санкт-Петербург, Россия

Ключевые слова: позвоночник, идиопатический сколиоз, угол Кобба, компьютерная программа.

Key Words: spine, idiopathic scoliosis, Cobb angle, computer program.



Дизайн: исследование “группа–контроль”.

Материал и методы: 411 цифровых рентгенограмм позвоночника детей и подростков, измерены ручным способом двумя специалистами – сертифицированным врачом-рентгенологом (ВР), описавшим более 30 000 рентгенограмм позвоночника, сертифицированным врачом-рентгенологом без опыта в вертебрологии (ВРБО), а также автоматической компьютерной программой (КП), причем показатели КП сравнивали с эталоном дважды – первоначально (КП1) и после дообучения (КП2). Сравнивали среднюю абсолютную ошибку в процентах (MAPE – Mean Absolute Percentage Error) и среднее абсолютное отклонение (MAD – Mean Absolute Deviation) в градусах результатов измерения угла Кобба эталонных данных с показателями, полученными ВРБО, КП1 и КП2 в целом, а также при различных типах сколиоза по классификации Риго. Для оценки надёжности измерений произведен расчет внутриклассового коэффициента корреляции (ICC), измерений ВРБО, КП1 и КП2 от эталонного значения величины основной дуги сколиоза.

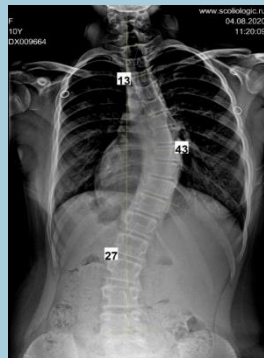
Основные результаты: отечественная КП, показавшая по всем дугам среднее абсолютное отклонение в $\pm 3,2^\circ$, а по основной дуге $\pm 4,0^\circ$, практически не уступает зарубежным аналогам.

Если показатель КП1 по внутриклассовому коэффициенту корреляции по основной дуге входил в диапазон хорошей надёжности (ICC = 0,9), то КП2 продемонстрировала отличную надёжность, сравнимую с последними зарубежными исследованиями. Отметим, что подсчет указанного коэффициента КП2 по всем дугам также подтверждает отличную надёжность программы: ICC = 0,97.

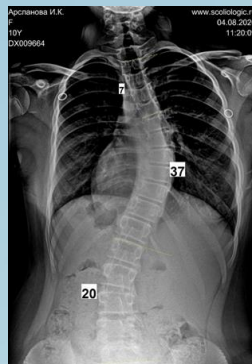
После дообучения КП2 улучшила точность измерения в целом по дугам и типам сколиоза, превышая по показателю MAPE врача-рентгенолога без опыта в вертебрологии в 2 раза. В ней устранен ранее выявленный недостаток по измерению величины поясничной (пояснично-крестцовой) дуги. Показатели КП2 имеют самую высокую корреляционную связь как с эталоном (R = 0,94), так и с показателями ВРБО (R = 0,93). Доказана отличная степень надёжности программы (ICC = 0,95 по основной дуге и 0,97 по всем дугам), сравнимая с зарубежными аналогами, а также подтверждено, что среднее абсолютное отклонение в $\pm 3,2^\circ$, а по основной дуге $\pm 4,0^\circ$ практически не уступает зарубежным аналогам и входит в диапазон клинической приемлемости.



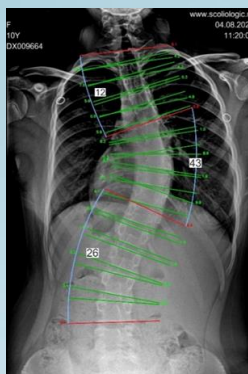
Важные дополнительные сведения, иллюстрирующие работу



А



Б



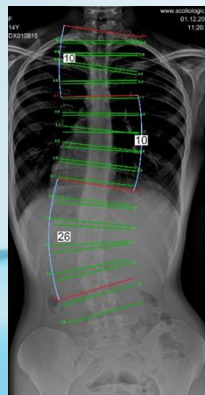
В



Г



Д



Е

Рис.
Демонстрация работы КР2:
А, Г – эталонные ручные
измерения; Б, Д – измерения
ВРБО; В, Е - автоматические
измерения КР2



Ключевые положения

1. На основании изучения работоспособности и уровня надежности отечественной компьютерной программы «Система поддержки принятия решений по определению степени тяжести сколиотической деформации позвоночника при анализе рентгенограмм» можно сделать вывод о возможности ее валидации в клинической практике
2. Использование КП может быть рекомендовано для автоматизированного определения угла Кобба, так как доказано, что ее действующий алгоритм дает достаточно высокую клиническую точность по сравнению с эталонным измерением на уровне специалиста-рентгенолога с опытом в вертебродологии и несколько превосходит по точности врача-рентгенолога без опыта в вертебродологии.