

УДК 61:621.397.13/398

*А.В.Владимирський, Т.М.Голубєва, Т.В.Попова***ДІАГНОСТИЧНА ЦІННІСТЬ ТЕЛЕМЕДИЧНОГО СКРИНІНГУ ПОРУШЕНЬ ПОСТАВИ В ДІТЕЙ І ПІДЛІТКІВ**

НДІ травматології та ортопедії Донецького національного медичного університету ім. М.Горького

**Резюме.** Вивчено діагностичну цінність телемедичного скринінгу порушень постави в дітей і підлітків при масових обстеженнях. Для методу чутливість становить 65,8 %, специфічність – 87,5 %, діагностична точність – 71,0 %. Застосування комп'ютеризованого аналізу зобра-

жень за методом, що розроблено, дозволяє стабільно проводити діагностику для формування групи ризику.

**Ключові слова:** порушення постави, телемедицина, скринінг, діагностична ефективність, ROC.

**Вступ.** Протягом останніх десятиліть у багатьох країнах світу проводяться програми скринінгу порушень постави дітей у школах і аналогічних навчальних закладах. Звичайно, подібні масові обстеження проводяться із застосуванням зовнішнього огляду, тесту Адамса й інструментальних методів (сколіометр, томографія, у тому числі комп'ютерна, тощо) [5, 6, 9, 10]. На даний час саме телемедичний скринінг ортопедичної патології (перш за все порушень постави) є одним із перспективних напрямів розвитку охорони здоров'я в цілому, травматології й ортопедії зокрема. Раніше нами показана актуальність розробки й впровадження телемедичних систем для раннього виявлення різної патології опорно-рухової системи. Також запроваджені метод проведення поглиблених оглядів дітей і підлітків на предмет виявлення порушень постави й спосіб виявлення порушень кінематичної функції опорно-рухової системи людини при масових обстеженнях з використанням телемедичних технологій [2, 3]. Даний метод призначений для проведення масових оглядів і автоматизованого визначення групи ризику, до якої входять діти з підозрою на сколіотичну деформацію. Надалі осіб групи ризику направляють на рентгенологічне обстеження й консультацію до дитячого ортопеда-травматолога. У зв'язку із цим необхідно математично вивчити діагностичну цінність методу [1].

**Мета дослідження.** Вивчити діагностичну цінність методу телемедичного скринінгу порушень постави в дітей і підлітків.

**Матеріал і методи.** Дизайн – проспективне діагностичне клінічне випробування. Для вивчення діагностичної цінності методу телемедичного скринінгу порушень постави в дітей і підлітків проведено його порівняння з рентгенографією хребта як із стандартним методом діагностики порушень постави ("золотим стандартом"). У процесі апробації нашого методу при проведенні оглядів у школах ряду районів Донецької області нами сформована група з 44 пацієнтів (хлопчиків – 10, дівчаток – 34 середнього й старшого шкільного віку). Для вивчення діагностичної цінності використані наступні матеріали:

1) фотографії пацієнта у двох позиціях (перша позиція – стоячи прямо, спиною до дослідника, друга позиція – нахил вперед з упором

руками в надколінки). Матеріали отримані й проаналізовані згідно з нашим методом (рис. 1 а);

2) рентгенограма хребта пацієнта (пряма, передньо-задня проекція) (рис. 1 б).

У результаті аналізу фотографій пацієнта включали до групи ризику ("Сколіоз+") або не включали ("Сколіоз-"). Рентгенографію пацієнтам виконували в лікувально-профілактичних установах за місцем проживання. Опис рентгенограм проводилося в НДІ травматології й ортопедії ДонНМУ ім. М.Горького. При описі лікар-рентгенолог указував наявність або відсутність сколіотичної деформації ("Сколіоз +" або "Сколіоз -"), а також описував інші патологічні прояви опорно-рухової системи.

Використано метод побудови й аналізу характеристичної кривої (ROC-кривої), визначені показники чутливості, специфічності, площі під кривою, діагностичної точності, відношення правдоподібності, прогностичної цінності, коефіцієнт погодженості карра [1].

**Результати дослідження та їх обговорення.** З використанням методу телемедичного скринінгу й стандартної рентгенографії обстежено 44 пацієнти. За даними скринінгового обстеження 56,8 % (25) пацієнтів внесено до групи ризику "Сколіоз+". За даними рентгенографічного дослідження встановлена наявність сколіотичної деформації у 86,4 % (38) пацієнтів, у 52,3 % (23) також визначена інша супутня патологія. Згідно з даними найчастіше мала місце ротація по осі тіл хребців – 70 % (22), при цьому патологія переважно локалізувалася в сегментах LI-LI – 45,5 % (10) і LII-LI – 31,8 % (7). При порівнянні результатів зроблений поділ класифікацій за чотирма категоріями (табл. 1).

Відзначимо, що частка хибно-позитивних випадків при використанні нашого методу дорівнювала нулю. Це одна із найпозитивніших характеристик методу телемедичного скринінгу, тому що, за даними літератури, рівень хибно-позитивних випадків коливається від 9,9 % до 82,0 % [5]. Роблячи виправлення на розмір вибірки в подальших розрахунках, ми надали показнику хибно-позитивних випадків значення 1.

Встановлено, що для методу телемедичного скринінгу порушень постави в дітей і підлітків чутливість становить 65,8 %, специфічність –

87,5 %. Згідно з даними деяких авторів [4, 5, 9], для різних методів скринінгу сколіотичної деформації показник чутливості коливається від 31,0 % до 100,0 %, специфічності – 71,0-100,0 %. Однак чітко відзначено, що рівень чутливості й специфічності скринінгового методу залежить від ступеня деформації (чим ближче значення кута Кобба до  $100^{\circ}$ , тим менше значення показників – від 91,0-100,0 % для кута  $200^{\circ}$  до 71,0-77,0 % для кута  $100^{\circ}$ ) [6]. Для програми шкільного скринінгу сколіозу, використовуваної в США (рекомендовано US Preventive Services Task Force), рівень чутливості коливається від 56 % до 83 % [5] залежно від деформації хребта, при цьому середнє значення становить 68,3 %, а значення моди – 64. Вважаємо важливим відзначити наступне: для тесту Адамса, застосовуваного для скринінгу порушень постави в шкільних установах, чутливість коливається в широких межах 46,0-84,0 %, а значення її залежить від кваліфікації особи, що проводить огляд [5]. Комп'ютеризований аналіз зображень за нашим методом дозволяє стабільно проводити діагностику для формування групи ризику із середнім значенням для зазначеного діапазону. На користь позитивного трактування отриманого рівня чутливості говорить і той факт, що при візуальних оглядах школярів спеціально підготовленими медичними сестрами чутливість становить усього 74 %, а специфічність – 78 % (як «золотий стандарт» також використана рентгенографія) [6].

Таким чином, вважаємо отримані значення чутливості (65,8 %) і специфічності (87,5 %) добрими. Це також підтверджується й значенням показника площі під кривою – 0,83 при 95% довірчому інтервалі (ДІ) 0, 69-0,93. Такий рівень значення, одержуваний при аналізі ROC-кривої, трактується як дуже добрий [1]. Сучасні методи скринінгу деформацій хребта (наприклад, засновані на вимірі кісткового віку або щільності кісткової тканини) мають аналогічне значення показника площі під кривою (близько 80 % [2]).

Діагностична точність розробленого нами методу телемедичного скринінгу порушень постави в дітей і підлітків становить 71,0 %. Це значення узгоджується з даними літератури для скринінгових методів виявлення порушень постави [6, 8].

Для об'єктивізації узгодженості виявлення сколіозу розробленим нами методом і за допомогою рентгенографії визначений коефіцієнт конкордації карра, його значення становило 0,34 при 95 % ДІ 0,044-0,64, однак значення не вірогідне. За даними літератури, коефіцієнт карра для скринінгових методів виявлення порушень постави становить 0,49-0,97, дуже рідко трапляються вкрай низькі показники – 0,22 [5, 6, 8]. Таким чином, наш метод має трохи знижений рівень погодженості, однак це математично не вірогідно.

Нами визначений показник співвідношення правдоподібності. Є імовірність того, що даний результат скринінгового тесту буде очікуватися в обстежуваного пацієнта з наявністю порушення

постави порівняно з імовірністю, що той самий результат буде очікуватися в обстежуваного без патології. У першому випадку показник демонструє – у скільки разів вище ймовірність одержати даний результат тесту у хворих, ніж у здорових. У другому випадку – у скільки разів нижче. Значення відносин правдоподібності для позитивного результату розробленого нами методу становить – 5,26 при 95 % ДІ 0, 83-33,40, для негативного – 0,39 при 95 % ДІ 0,23-0,65. Дані значення свідчать про те, що ймовірність включення пацієнта з порушенням постави до групи "Сколіоз+" у 5,3 раза вище, ніж ймовірність включення до цієї ж групи ризику пацієнта без патології.

Для розробленого тесту визначені показники прогностичної цінності, тобто ймовірності наявності й відсутності патології постави при відомому результаті дослідження. У результаті використання методу телемедичного скринінгу ймовірність включення обстежуваного до групи ризику (за дійсної наявності порушення постави (сколіозу)) становить 96,1 % при 95 % ДІ 80,3-99,3 %. Імовірність відсутності порушення постави при включенні пацієнтів до групи "Сколіоз-" – 35,0 % при 95 % ДІ 15,45-59,2 %.

За даними літератури, для скринінгових методів виявлення порушень постави прогностична цінність позитивного результату коливається в межах 5,0-68,4 %, прогностична цінність негативного результату 91,9-98,7 % [6, 9]. При цьому автори звертають увагу на відносно низькі значення прогностичної цінності негативного результату саме для тесту Адамса [5]. Таким чином, розроблений нами метод має кращі показники прогностичної цінності порівняно з даними літератури.

На основі отриманих даних розроблений метод скринінгу характеризуємо як більш специфічний, ніж чутливий діагностичний тест. Тобто, при використанні розробленого методу помилково включення здорових дітей до групи ризику буде вірогідно мінімальним.

У таблиці 2 представлені зведені дані про діагностичну цінність методів, використовуваних для скринінгу порушень постави в дітей і підлітків.

Підкреслимо, що в більшості випадків має місце більше значення специфічності, ніж чутливості: 74 проти 78, 84 проти 93, 83 проти 99, 76 проти 91. Така ж залежність відзначається й для розробленого нами методу.

У результаті вивчення даних таблиці 2 можна стверджувати, що розроблений нами метод відповідає вимогам до якості діагностики для скринінгових тестів, а за рядом параметрів перевершує звичайно використовувані методики. Також метод має ряд організаційно-економічних і медико-технічних переваг: відсутня необхідність у залученні спеціально навчених медичних працівників; відсутня залежність між якістю обстеження й рівнем професійної підготовки особи, що проводить тест; є можливість динамічного контролю й проведення популяційних досліджень; є можливість телеконсультування групи

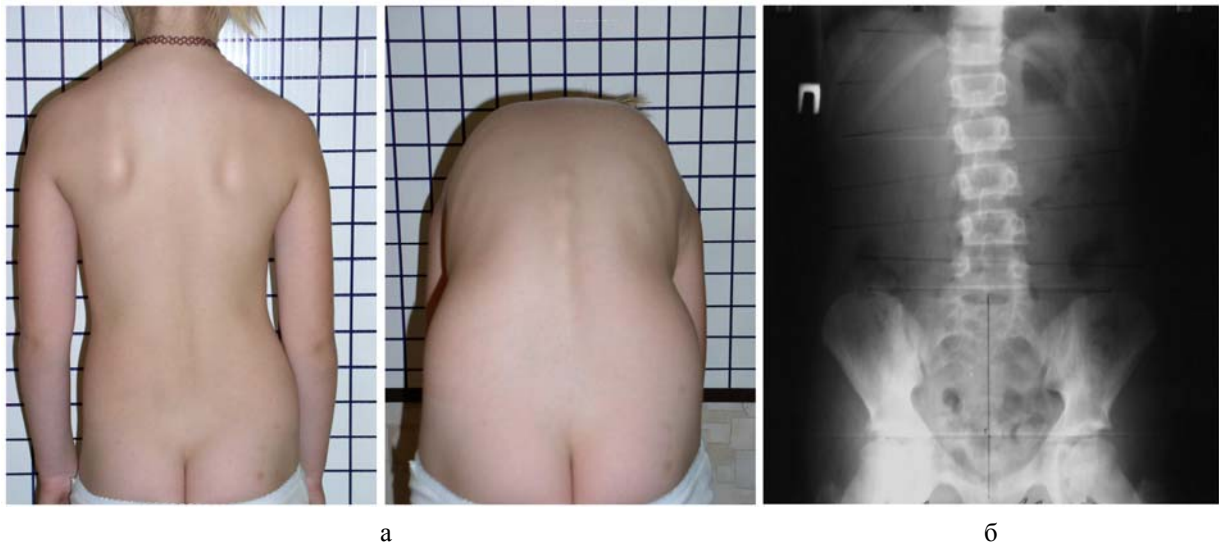


Рис. 1. Приклад візуальних даних пацієнтки П., 1995 р.н., використаних для скринінгу й діагностики порушень постави: а – цифрові фотографії пацієнта в першій і другій позиції, б – стандартна рентгенограма (пряма, передньо-задня проекція)

Таблиця 1

## Розподіл класифікацій за чотирма категоріями для статистичного аналізу (n=44)

Результати	Істинно-позитивні випадки	Істинно-негативні випадки	Хибно- негативні випадки	Хибно- позитивні випадки
Абсолютна кількість	25	6	13	0
Питома вага	56,0 %	14,0 %	30,0 %	0,0 %

Таблиця 2

## Порівняння показників діагностичної цінності методів, використовуваних для скринінгу порушень постави в дітей і підлітків

Показник	Метод телемедичного скринінгу	Тест Адамса	Сколіометр	Топографія за Moire*
Чутливість, %	65,8	73,9 <sup>[23]</sup> , 84,37 <sup>[16]</sup>	90,62 <sup>[16]</sup> 83,0 <sup>[15]</sup>	100,0 <sup>[16]</sup> 76,6 <sup>[19]</sup>
Специфічність, %	87,5	77,8 <sup>[23]</sup> , 93,44 <sup>[16]</sup>	79,76 <sup>[16]</sup> 99,0 <sup>[15]</sup>	85,38 <sup>[16]</sup> 91,0 <sup>[19]</sup>
Діагностична точність, %	71,0	77,9 <sup>[23]</sup>	-	-
Прогностична цінність позитивного/негативного результату, %	96,15/35,0	12,4/98,7 <sup>[23]</sup>	0,4-28,3 <sup>[8]</sup>	82,0 <sup>[19]</sup>
Рівень хибно-позитивних результатів, %	0,0-2,0	25,0-82,0 <sup>[25]</sup>	50,0-82,0 <sup>[15,25]</sup>	9,96 <sup>[16]</sup>

Примітка. \* – у тому числі комп'ютеризований варіант використання

ризик у лікаря- фахівця (дитячого ортопеда-травматолога); є можливість швидкого виконання дослідження; технічна простота в сполученні з високою функціональністю. Застосування комп'ютеризованого аналізу зображень за нашим методом дозволяє проводити стабільно якісну діагностику для формування групи ризику.

## Висновки

1. Встановлені наступні значення показників діагностичної цінності методу телемедичного скринінгу порушень постави в дітей і підлітків: чутливість – 65,8 %, специфічність – 87,5%, пло-

ща під кривою – 0,83, діагностична точність – 71,0%, відношення правдоподібності для позитивного результату – 5,26, відношення правдоподібності для негативного результату – 0,39, прогностична цінність позитивного результату – 96,1%, прогностична цінність негативного результату – 35,0 % (всі наведені дані достовірні).

2. Метод телемедичного скринінгу відповідає вимогам до якості діагностики для скринінгових тестів. За потенційним рівнем хибно-позитивних випадків метод телемедичного скринінгу значно перевершує аналоги.

3. Метод телемедичного скринінгу порушень постави є специфічним діагностичним тестом, при використанні якого ймовірність включення обстежуваного з порушенням постави до групи ризику в 5,3 раза вище, ніж ймовірність включення до цієї же групи пацієнта без патології.

4. У результаті сумарного аналізу отриманих даних можна вірогідно охарактеризувати метод телемедичного скринінгу порушень постави в дітей і підлітків як добрий і повністю придатний до широкого використання під час масових обстежень.

**Перспектива подальших досліджень** полягає в проведенні масових обстежень дитячого населення з використанням методу телемедичного скринінгу порушень постави та в клінічно-епідеміологічному аналізі отриманих даних.

#### Література

1. Паклин Н. Логистическая регрессия и ROC-анализ – математический аппарат [Электронный ресурс] / Н.Паклин. – 2007. – Режим доступа до статті: <http://www.basegroup.ru/regression/logistic.htm>.
2. Методика телемедицинского скрининга ортопедической патологии в детских и подростковых контингентах / А.В.Владимирский, W.Glinkowski, Т.В.Попова [та ін.] // Современная педиатрия. – 2009. – № 4 (26). – С. 92-95.
3. Основні види і зміст телемедичних консультацій ортопедичного профілю в дитячих кон-

тингентах, що мешкають у віддалених населених пунктах: матеріали Міжнар. наук. конф. ["Молодь – медицині майбутнього"]; (Одеса, 23-24 квітня 2009 р.: зб. наук. праць) / Т.В.Попова. – Одеса, 2009. – С. 161.

4. Adler N. School screening for scoliosis-One experience in California using clinical examination and moire photography / N.Adler, J.Csongradi, E.Bleck // West J. Med. – 1984. – № 141. – P. 631-633.
5. Adolescent School Screening for Scoliosis in Minnesota / [Review of Literature and Current Practice]. – Minnesota Department of Health Community & Family Health Division, MCHS, 2008. – 32 p.
6. Assessment of accuracy of the scoliosis school screening examination / G.Viviani, L.Budgell, C.Dok [et al.] // Am. J. Public Health. – 1984. – № 74. – P. 497-498.
7. Radiographic versus ultrasound evaluation of the Risser Grade in adolescent idiopathic scoliosis: a prospective study of 46 patients / M.Thaler, G.Kaufmann, I.Steingruber [et al.] // Eur. Spine J. – 2008. – № 17 (9). – P. 1251-1255.
8. Reliability analysis for digital adolescent idiopathic scoliosis measurements / T.Kuklo, B.Potter, M.O'Brien [et al.] // J. Spinal. Disord. Tech. – 2005. – № 18 (2). – P. 152-159.

### ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКОГО СКРИНИНГА НАРУШЕНИЙ ОСАНКИ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

*А.В.Владимирский, Т.М.Голубева, Т.В.Попова*

**Резюме.** Изучена диагностическая ценность телемедицинского скрининга нарушений осанки у детей и подростков при массовых обследованиях. Для метода чувствительность составляет 65,8 %, специфичность – 87,5 %, диагностическая точность – 71,0 %. Применение компьютеризированного анализа изображений по разработанному методу позволяет стабильно проводить диагностику для формирования группы риска.

**Ключевые слова:** нарушение осанки, телемедицина, скрининг, диагностическая эффективность, ROC.

### DIAGNOSTIC VALUE OF TELEMEDICAL SCREENING OF CARRIAGE IMPAIRMENTS IN CHILDREN AND ADOLESCENTS

*A.V.Vladzmyrs'kyi, T.N.Holubieva, T.V.Popova*

**Abstract.** The diagnostic value of telemedical screening of carriage abnormalities in children and adolescents has been studied in case of mass health examinations. Sensitivity for this method makes up 65,8 %, specificity – 87,5 %, diagnostic accuracy – 71,0 %. The use of a computerized analysis of images elaborated according to this method makes it possible to carry out stably diagnostics to form a risk group.

**Key words:** carriage abnormalities, telemedicine, screening, diagnostic efficacy, ROC.

Research Institute of Traumatology and Orthopedics of M.Gorkyi National Medical University (Donets'k)

Рецензент – д.мед.н. В.Л.Васюк

Buk. Med. Herald. – 2010. – Vol. 14, № 2 (54). – P. 33-36

Надійшла до редакції 26.11.2009 року