

УДК 61:621.397.13/.398

ПОДДЕРЖКА ДИАГНОСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕЛЕРАДИОЛОГИИ – ЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕЗУЛЬТАТЫ

А.В. Владзимирский

*НИИ травматологии и ортопедии Донецкого национального
медицинского университета им. М.Горького
e-mail: avv@telemed.org.ua*

Телерадиология, как один из ключевых разделов телемедицины, представляет собой серьезный инструмент для поддержки диагностических решений [1,11,15,17]. Однако, безусловно важным вопросом остается точность диагностики по оцифрованным изображениям в процессе современной телемедицинской консультации, так как именно изучение диагностической ценности телерадиологии и позволяет объективизировать ее влияние на клинические решения. В 1990-х годах проводились единичные исследования посвященные диагностической ценности оцифрованных рентгенограмм пациентов с переломами длинных костей конечностей без смещения, кальцификатами в мягких тканях, поражениями суставов, диафизарными и метафизарными переломами костей верхней конечности и т.д. При этом полученные значения точности, чувствительности и специфичности варьировались в пределах 59,6-97,3%, 48,8-94,5%, 65-98,6% соответственно [15,18,19,21].

Однако, есть определенные недостатки данных исследований: 1. Целью телеконсультаций являлось определение диагноза. 2. Диагноз определялся преимущественно врачами-радиологами. 3. Использованы преимущественно специфические телерадиологические системы.

По нашим данным наиболее частой причиной ортопедо-травматологических телеконсультаций является определение лечебных действий (вида и особенностей оперативного лечения, хирургической техники, медикаментозной терапии, профилактических и реабилитационных мероприятий). В реальной клинической деятельности телеконсультации как правило проводятся между несколькими ортопедами-травматологами, участие врачей-радиологов нами не зафиксировано [2,8].

В настоящее время в подавляющем большинстве случаев в ортопедии-травматологии используются телемедицинские рабочие станции на основе персональных компьютеров, цифровых фото-, видеокамер и IP-протокола (Интернета и его сервисов) [7,2,3,8,9,22,23].

Таким образом, необходимо исследование диагностической точности телемедицинской консультации, проводимой на современной технической базе несколькими врачами ортопедами-травматологами с целью определения лечебной тактики при наличии предварительно установленного врачом-абонентом диагноза.

Цель исследования - определение диагностической точности современной ортопедо-травматологической телемедицинской консультации.

Материал и методы. С 2000 года отделом информатики и телемедицины НИИ травматологии и ортопедии ДонНМУ им.М.Горького осуществлено около 270 телемедицинских консультаций по профилю травматология-ортопедия. Из данной группы были исключены следующие телеконсультации:

- проводимые с целью первичного установления диагноза
- проводимые по самообращению пациента («второе мнение/second opinion»)

В исследуемую группу включено 210 телемедицинских консультаций целью которых являлось определение тактики лечения - вида и особенностей оперативного вмешательства, схем медикаментозного лечения, профилактики осложнений.

Для телеконсультирования использованы стандартизированные рабочие станции и сценарии. Для обеспечения безопасности медицинской информации использовался принцип анонимности и авторизированный доступ. В целом телемедицинские сеансы осуществлялись согласно рекомендациям International Society for Telemedicine and eHealth [2-5].

Метод статистического исследования: ROC-анализ (характеристические кривые), коэффициент конкордации (совпадений мнений экспертов) Cohen kappa. Данные методики являются «золотым стандартом» для исследований диагностической ценности телемедицины (в том числе – в травматологии и ортопедии) [6,10,13,14,16,20]. Программное обеспечение: MedCalc® (демо-версия).

Результаты и обсуждение. Абонент - непосредственный лечащий врач (ортопед-травматолог) – проводил обследование пациента, включающее радиологические исследования (рентгенографию, компьютерную томографию), определял клинический диагноз. После определения показаний к телеконсультации абонент проводил оцифровку радиологической и иной сопутствующей информации (цифровая фотосъемка пленок и места болезни, компьютерный набор текстовой информации) [3]. Затем осуществлялась синхронная или асинхронная телемедицинская консультация в процессе которой врач-консультант (ортопед-травматолог) изучал цифровые данные о пациенте, подтверждал, уточнял или отменял диагноз и давал соответствующие рекомендации. Диагностическая точность телемедицинской диагностики в травматологии-ортопедии изучена путем анализа частоты совпадений диагнозов абонентов (диагностика по пленкам) и консультантов (диагностика по цифровым изображениям). Повторим, что абонентами и консультантами были врачи ортопеды-травматологи. Радиологи в определении диагноза участия не принимали. Для объективизации диагностической точности нами изучены следующие параметры: коэффициент конкордации (совпадений диагностических мнений) врачей-абонентов и консультантов, чувствительность и специфичность диагностики по цифровыми изображениям, анализ характеристической кривой (ROC-кривой).

В таблице 1 показано соотношение классификаций экспертов в процессе телеконсультирования в травматологии-ортопедии.

Таблица 1. Соотношение классификаций (диагностических решений) экспертов в процессе телеконсультирования в травматологии-ортопедии

Абонент	Консультант		
	Отрицательный	Положительный	Всего
Отрицательный	15	21	36
Положительный	2	172	174
Всего	17	193	210

По данным табл.1 определено значение коэффициента Cohen kappa [14]. Значение kappa составляет 0,5124 при стандартной ошибке 0,0632. Согласно классификации Altman [12] данное значение трактуется как удовлетворительное. Таким образом, при телемедицинском консультировании в ортопедии-травматологии отмечается средний уровень конкордации диагностических решений. Что свидетельствует о том, что в процессе телеконсультирования эксперты достаточно часто пересматривают (изменяют или уточняют) диагноз лечащего врача. В результате чего корректируются ошибки диагностического процесса, формируется более правильная лечебная тактика. Однако, в большинстве случаев вполне достоверно осуществляется рутинное телеконсультирование для определения лечебной программы.

Изучено совпадение диагнозов, установленных врачами-абонентами (по пленкам) и консультантами (по цифровым изображениям). Диагнозы совпали в 82% (172) случаев, не

совпали - в 10% (21), в 7% (15) диагноз был уточнен (откорректирован), невозможно было произвести диагностику в 1% (2) случаев. Для объективизации совпадений диагнозов использована классификация по четырем категориям (табл. 2). На рисунке приведена характеристическая кривая (ROC-кривая) для телемедицинской диагностики в ортопедии-травматологии.

Таблица 2. Распределение классификаций (диагностических решений) по четырем категориям для статистического характеристического анализа

Результаты	TP (True Positives, истинно положительные случаи)	TN (True Negatives, истинно отрицательные случаи)	FN (False Negatives, ложно отрицательные примеры)	FP (False Positives, ложно положительные случаи)
Пояснение значения	совпадение очного и телемедицинского диагнозов	несовпадение очного и телемедицинского диагнозов	невозможность телемедицинской диагностики	очный диагноз не точен, телемедицинский диагноз правильный (уточнение)
Абсолютное количество	172	21	2	15

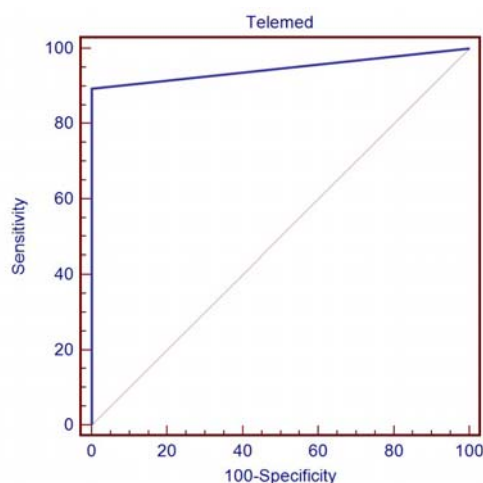


Рисунок. ROC-кривая диагностики по цифровым изображениям в процессе современной ортопедо-травматологической телемедицинской консультации

Ключевые параметры диагностического теста – чувствительность и специфичность. Чувствительность – вероятность того, что тест окажется положительным при наличии признака (доля истинно положительных случаев). Специфичность – вероятность того, что тест окажется отрицательным при отсутствии признака (доля истинно отрицательных случаев) [10].

Нами установлено, что для телемедицинской диагностики по оцифрованным рентгенограммам и томограммам в ортопедии и травматологии чувствительность метода составляет 98,8%, специфичность 58,3%. Данные значения говорят о том, что вероятность определения врачом ортопедом-травматологом (экспертом) правильного диагноза по оцифрованной рентгенограмме при телеконсультировании чрезвычайно высока и составляет почти 99%.

Значение специфичности в данном исследовании говорит о том, что при телеконсультировании по проблемам определения лечебной тактики вероятность изменения и/или коррекции диагноза несколько выше средней (около 60%).

Площадь под характеристической кривой (area under the ROC curve - AUC) составляет 0,947, значения 95%-го доверительного интервала 0,906-0,974 при стандартной ошибке 0,038 и доверительном интервале $P=0,0001$, что позволяет с высокой достоверностью охарактеризовать метод телемедицинской диагностики в ортопедии-травматологии как «отличный».

Таким образом, можно достоверно утверждать, что при телеконсультации эксперт ортопед-травматолог может определить диагноз по оцифрованному с помощью цифровой фотокамеры радиологическому изображению практически со 100% вероятностью. Что убедительно доказывает отсутствие в травматологии-ортопедии достоверных различий между очной диагностикой по пленке и телемедицинской - по цифровому изображению на мониторе.

Телеконсультирование может и должно эффективно применяться для поддержки в принятии клинических решений у пациентов с травмами и заболеваниями опорно-двигательной системы, при этом географическое расстояние и использование телекоммуникационных систем не снижают качества диагностики.

Выводы

Получены следующие объективные показатели диагностической точности и ценности телемедицинских консультаций в травматологии и ортопедии: kappa-коэффициент конкордации - 0,5124, чувствительность - 98,8%, специфичность - 58,3%, AUC - 0,947, 95%-ый доверительный интервал - 0,906-0,974.

Средний уровень показателя конкордации указывает на то, что в процессе ортопедо-травматологического телеконсультирования эксперты достаточно часто пересматривают диагноз лечащего врача. В результате чего корректируются ошибки диагностического процесса, формируется более правильная лечебная тактика. Таким образом, достоверно подтверждается позитивное влияние телеконсультирования на лечебно-диагностический процесс в травматологии-ортопедии.

Высокий уровень показателя чувствительности говорит о том, что вероятность определения врачом ортопедом-травматологом (экспертом) правильного диагноза по оцифрованной рентгенограмме при телеконсультировании чрезвычайно высока и составляет почти 99%.

Средний уровень показателя специфичности говорит о том, что при телеконсультировании по проблемам определения лечебной тактики вероятность изменения и/или коррекции диагноза несколько выше средней.

Совместно, на базе значений конкордации и специфичности можно утверждать, что рутинное телеконсультирование для определения лечебной программы пациента ортопедо-травматологического профиля в большинстве случаев осуществляется эффективно.

Таким образом, современная телерадиология представляет собой мощное средство в поддержке клинических решений в практике ортопедии и травматологии, при этом объективизировано положительное влияние телемедицины как на решения, касающиеся диагноза, так и на решения о тактике лечения.

Литература

1. Винокуров С.А. Использование неформального телеконсультирования в лечении тяжелой шахтной травмы верхней конечности // Український журнал телемедицини та медичної телематики.-2003.-Т.1,№1.-С.84-89.

2. Владзимирський А.В. Лікування потерпілих із множинними і сполучними ушкодженнями на догоспітальному і госпітальному етапах з використанням телемедицини систем.-Автореф...канд.мед.н.- Вінниця, 2003.-20 с.
3. Владзимирский А.В. Клиническое телеконсультирование. Руководство для врачей. Издание второе, дополненное и переработанное.-Донецк: ООО «Норд», 2005.- 107 с.
4. Владзимирський А.В., Климовицький В.Г., Каліновський Д.К., Павловіч Р.В., Сметанніков М.Ю., Крутько Р.Л. Устаткування для телемедичної діяльності лікувально-профілактичних установ. Методичні рекомендації.- Донецьк: „ТОВ Цифрова друкарня”, 2007.-44 с.
5. Владзимирський А.В., Климовицький В.Г., Коваленко О.С. Організація телемедичної діяльності та телеконсультування в лікувально-профілактичних закладах. Методичні рекомендації.-Донецьк: ТОВ «Цифрова друкарня», 2008.- 84 с.
6. Власов В.В. Эффективность диагностических исследований. М 1988:245.
7. Гайдышев И.П. Возможности оцифровки изображений для телемедицины // Гений ортопедии. -2005.- №3. – С.102-105.
8. Климовицкий В.Г., Владзимирский А.В. Телемедицина в травматологии и ортопедии.- Донецк: Норд-Пресс, 2006.- 139 с.
9. Климовицкий В.Г., Владзимирский А.В. Некоторые аспекты визуализации в телемедицинском консультировании // Медицинская визуализация.-2002.-№3.-С.138-143.
10. Паклин Н. Логистическая регрессия и ROC-анализ - математический аппарат. - <http://www.basegroup.ru/regression/logistic.htm>.
11. Челноков А.Н. Открытые web-технологии в ортопедии и травматологии // Український журнал телемедицини та медичної телематики.-2003.-Т.1,№1.-С.65-69.
12. Altman DG. Practical Statistics for Medical Research. Chapman and Hall 1991. .-611 p.
13. Aoki N, Dunn K, Johnson-Throop KA, Turley JP. Outcomes and methods in telemedicine evaluation. Telemed J E Health. 2003 Winter;9(4):393-401.
14. Cohen J. A coefficient of agreement for nominal scales. Educ Psych Meas 1960;20:37–46.
15. Gillard JH, Hubbard C, Das R, Sherriff H. Digital radiology in skeletal trauma: assessment of casualty officers' performance. J R Soc Med. 1998 Mar;91(3):129-32.
16. Hofstetter H, Voegeli E. ROC comparison of visualization of hand fractures using digital and conventional techniques. Rofo. 1997 Sep;167(3):274-9
17. Kirkpatrick AW, Brenneman FD, McCallum A, Breeck K, Boulanger BR. Prospective evaluation of the potential role of teleradiology in acute interhospital trauma referrals. J Trauma. 1999 Jun;46(6):1017-23.
18. Larson A, Lynch DA, Zeligman B, Harlow C. Accuracy of diagnosis of subtle chest disease and subtle fractures with a teleradiology system. AJR Am J Roentgenol. 1998 Jan;170(1):19-22.
19. Scott WW Jr, Rosenbaum JE, Ackerman SJ, Reichle RL et al. Subtle orthopedic fractures: teleradiology workstation versus film interpretation. Radiology. 1993 Jun;187(3):811-5.
20. Størmer J, Bolle SR, Sund T, Weller GE, Gitlin JN. ROC-study of a teleradiology workstation versus film readings. Acta Radiol. 1997 Jan;38(1):176-80.
21. Tachakra S. Level of diagnostic confidence, accuracy, and reasons for mistakes in teleradiology for minor injuries. Telemed J E Health. 2002 Spring;8(1):111-21.
22. Tangtrakulwanich B, Kwunpiroj W, Chongsuvivatwong V, Geater AF et al. Teleconsultation with digital camera images is useful for fracture care. Clin Orthop Relat Res. 2006 Aug;449:308-12.
23. Yamamoto LG, DiMauro R, Long DC. Personal computer teleradiology: comparing image quality of lateral cervical spine radiographs with conventional teleradiology. Am J Emerg Med. 1993 Jul;11(4):384-9.