

УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОКАЗАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ КЛИНИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ: СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ИСПЫТАНИЙ С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ, ПРЕДОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Источник: Kawamoto K., Houlihan C.A., Balas E.A., Lobach D.F. Improving clinical practice using clinical decision support systems: a systematic review of trials to identify features critical to success *BMJ* 2005 Apr 2;330(7494):765—73*

Цель. Выявить особенности систем поддержки принятия клинического решения (СПР), предопределяющие улучшение качества оказания медицинской помощи (КМП). *Структура.* Систематический обзор рандомизированных контролируемых испытаний (РКИ). *Источники информации.* Поиск в базах данных Medline, CINAHL и Cochrane Controlled Trials Register по 2003 г., просмотр библиографических списков в статьях об исследованиях, включенных в анализ, и обзорах по соответствующей тематике. *Отбор исследований.* РКИ, в которых оценивалась возможность улучшения КМП за счет использования СПР. *Извлечение данных.* Исследования оценивали на предмет статистически и клинически значимого улучшения КМП и наличия 15 характеристик СПР, о важности которых неоднократно сообщалось в литературе. *Основные результаты.* В анализ включено 70 РКИ. Применение СПР способствовало статистически значимому улучшению КМП в 68% испытаний. Однофакторный анализ позволил выявить 5 характеристик, статистически значимо предопределяющих эффективность применения системы. При многофакторном логистическом регрессионном анализе выявлено 4 свойства, которые способствуют улучшению КМП при применении системы независимо от других ее характеристик: автоматическое предоставление поддержки решения как элемент рабочего процесса врача ($p < 0,00001$); предоставление рекомендаций, а не только оценка состояния пациента ($p = 0,0187$); предоставление поддержки принятия решения во время и в месте его принятия ($p = 0,0263$); поддержка принятия решения, основанная на компьютерных технологиях ($p = 0,0294$). Из 32 систем, характеризующихся всеми 4 вышеуказанными особенностями, применение 30 (94%) способствовало статистически значимому улучшению КМП. Кроме того, выявлены доказательства преимущества наличия в системе механизмов периодической обратной связи; ознакомления пациентов с рекомендациями и запроса объяснений причин отказа от предложенных рекомендаций. *Вывод.* Некоторые характеристики СПР непосредственно связаны с возможностью статистически значимого улучшения КМП при их применении. Практикующие врачи и другие заинтересованные лица должны использовать именно СПР, имеющие эти особенности.

ВВЕДЕНИЕ

Недавно проведенное в США исследование, в рамках которого было оценено 439 качественных показателей, выявило, что взрослое население получает лишь около половины рекомендованной помощи [1], Институт медицины США (Institute of Medicine) подсчитал, что ежегодно вследствие медицинских ошибок, которые можно было бы предотвратить, умирает более 98 000 американцев [2]. Аналогичные результаты получены при ретроспективном анализе, проведенном в двух больницах Лондона. Установлено, что вредные события возникли у 11% госпитализированных, 48% из них можно было предотвратить, 8% подобных событий привели к летальному исходу [3].

Чтобы устранить недостатки оказания помощи, медицинские организации все чаще и чаще обращаются к системам поддержки принятия клинического решения (СПР), которые предоставляют врачам информацию о состоянии пациента или рекомендации, необходимые для принятия клинического решения [4]. Примеры включают неавтоматические или компьютерные системы, которые добавляют в медицинскую карту напоминание о необходимой больному специфической профилактической помощи, и

компьютеризированные системы ввода врачебных назначений, которые предоставляют специфические для больного рекомендации как часть процесса назначения. Доказано, что применение подобных систем способствует улучшению качества врачебных назначений [5—7], уменьшению числа серьезных медицинских ошибок [8, 9], увеличению объема профилактических вмешательств [10, 11] и более строгому соблюдению рекомендованных стандартов оказания медицинской помощи [4, 12]. При сравнении с другими подходами, направленными на улучшение качества оказания медицинской помощи (КМП), использование таких систем также в целом оказалось более эффективным и чаще приводит к длительному улучшению [13—22].

Применение СПР, однако, не всегда способствует улучшению КМП. В недавно проведенном систематическом обзоре (СО), оценивающем эффекты применения компьютерных систем, выявлено, что использование только 66% из них привело к статистически значимому улучшению КМП [4]. Доступны лишь сравнительно немногочисленные надежные данные, позволяющие объяснить, почему системы оказываются эффективными или неэффективными [23, 24]. Некоторые исследователи пытались выявить особенности СПР, которые наиболее важны для улучшения КМП при ее применении [12, 25—34], но они полагались на мнение ограниченного числа экспертов.

*Адрес для корреспонденции: David F. Lobach david.lobach@duke.edu

МЕТОДЫ

Источники информации

Поиск материалов исследований проводили в электронных базах данных Medline (с 1966 по 2003 г.), Cinahl (с 1982 по 2003 г.) и Cochrane Controlled Trials Register (2003 г.) по комбинациям следующих ключевых терминов: системы поддержки принятия решения, клинического (*decision support systems, clinical*); принятие решения, помощь компьютера (*decision making, computer-assisted*); системы напоминания (*reminder systems*); обратная связь (*feedback*); приверженность рекомендациям (*guideline adherence*); медицинские информационные системы (*medical informatics*); процесс передачи информации (*communication*); алгоритмы действия практикующих врачей (*physician's practice patterns*); напоминание (*reminder*); обратная связь (*feedback*); поддержка принятия решения (*decision support*); экспертная система (*expert system*). Также просматривали библиографические списки в статьях об исследованиях, включенных в анализ, материалах выявленных исследований и обзорах по данной тематике.

Критерии включения и исключения

Под СПР подразумевалась любая электронная или неэлектронная система, разработанная непосредственно для помощи в принятии клинического решения, в которой на основании особенностей больного формируются заключение о тяжести его состояния или индивидуальные рекомендации, предоставляемые для рассмотрения врачам [4]. В СО включены данные, касающиеся как электронных, так и неэлектронных систем, так как применение компьютера — лишь один из многих потенциально важных факторов. Использовались следующие критерии включения: любое рандомизированное контролируемое испытание (РКИ), в котором оценивалась возможность улучшения КМП в клинических условиях при применении СПР; применение системы специалистами, непосредственно вовлеченными в оказание медицинской помощи больному (врачами и их помощниками, медицинскими сестрами); клинические исходы для пациентов и критерии процесса. Критериями исключения были: менее 7 единиц рандомизации в ветвях исследования; исследования, проведенные не в англоязычных странах; обязательное согласие с рекомендациями СПР; отсутствие описания содержания поддержки принятия решения или процесса взаимодействия специалиста с системой; менее 5 баллов по 10-балльной шкале, оценивающей 5 возможных источников систематической ошибки исследований [4].

Отбор исследований

2 исследователя независимо друг от друга просматривали названия, ключевые слова и структурированные рефераты и помечали каждый документ как «возможно соответствующий» или «несоответствующий» тематике обзора. Использовали алгоритм поиска, учитывающий тип, структуру и тематику исследования, место его проведения и изучаемое вмешательство. Затем 2 исследователя с использованием алгоритма по-

иска независимо друг от друга просматривали полные тексты выбранных статей и повторно помечали каждую из них как «возможно соответствующую» или «несоответствующую» данной тематике. В завершение оба эксперта с целью окончательного отбора РКИ, результаты которых вошли в данный обзор, независимо друг от друга оценили соответствие ранее выбранных исследований всем критериям включения и исключения. Все разногласия между исследователями разрешены при обсуждении, частота согласия между ними рассчитана с использованием статистического индекса к Коэна [35].

Получение данных

Исследование может изучать несколько групп пациентов, поэтому в одном исследовании может существовать множество сравнений. Для каждого сравнения, имеющего отношение к тематике данного обзора, 2 исследователя независимо друг от друга оценивали, привело ли применение СПР к статистически или клинически значимому улучшению КМП. В некоторых случаях изменения КМП, которые авторы исследования рассматривали как клинически значимые, расценивались экспертами как незначимые. Выраженность эффекта первоначально рассматривали как отдельный критерий исхода, однако в процессе работы было решено, что, учитывая выраженную неоднородность критериев исхода в исследованиях, включенных в СО, этот показатель лишь ввел бы исследователей в заблуждение. Кроме того, это привело бы к исключению из обзора испытаний, в которых не сообщается все необходимое для оценки выраженности эффекта.

Затем 2 исследователя независимо друг от друга определили наличие или отсутствие в СПР специфических особенностей, которые могли бы объяснить, почему ее применение оказалось эффективным или неудачным. Учли все характеристики, которые, по мнению авторов, могли оказывать влияние на эффективность применения системы (технические и нетехнические). В случае выявления особенностей, препятствующих эффективности применения системы (например, «необходимость ввода данных специалистом ограничивает эффективность системы»), логически противоположная гипотеза рассматривалась как потенциально эффективный фактор (например, «устранение необходимости ввода данных специалистом увеличивает эффективность системы»). Область анализа была ограничена характеристиками, потенциальная важность которых была подтверждена как минимум в 3 источниках. Осталось 22 характеристики систем, которые могли объяснить эффективность их применения, включая общие особенности системы, особенности, касающиеся взаимодействия системы и специалиста, особенности, касающиеся предоставляемой информации, и дополнительные особенности (табл. 1, 2), из которых 15 включены в анализ.

Обобщение данных

Для выявления характеристик СПР, влияющих на улучшение КМП, использовали 3 метода.

Однофакторный анализ — для каждой из 15 особенностей определяли, оказывает ли наличие этого

Таблица 1. Описание 15 особенностей систем поддержки принятия клинического решения, включенных в статистический анализ

Особенность [источники*]	Пример
<i>Общие особенности системы</i>	
Интеграция в процесс заполнения медицинской документации или систему ввода назначений с целью объединения рабочего процесса [25, 26, 36, 37, w1].	Напоминание о необходимой профилактической помощи прикрепляется к медицинской карточке больного; система предупреждает врача о повышении концентрации креатинина в сыворотке крови при назначении аминогликозидов госпитализированному больному.
Использование компьютера для выработки поддержки принятия решения [38, w2—w10].	Больных, которым не проведено необходимое скрининговое обследование для исключения рака шейки матки, выявляют по запросу в клинической базе данных, а не при механическом просмотре историй болезней.
<i>Особенности, касающиеся взаимодействия специалиста и системы</i>	
Автоматическое предоставление поддержки принятия решения как часть рабочего процесса специалиста [23, 26, 28, 29, 31, 33, 36, 39, 40, w11—w13].	Распечатанные рекомендации по лечению сахарного диабета прикрепляются к картам соответствующих больных обслуживающим персоналом, таким образом, специалисты не должны искать рекомендации в СППКР.
Отсутствует необходимость ввода дополнительных данных специалистом [5, 23, 25, 28, 33, 36, 41—43, w12].	Электронная или ручная проверка медицинской карты проводится для того, чтобы получить всю необходимую информацию для решения вопроса о необходимости иммунизации ребенка.
Запрос документации, объясняющей причины отказа от рекомендаций СПП Р [5, 43, w12, w14].	Если врач не проводит вакцинацию от гриппа в соответствии с рекомендацией СППКР, запрашивается причина таких действий, например «отказ пациента» или «я не согласен с рекомендацией».
Предоставление поддержки принятия решения во время и в месте совершаемого действия [5, 23, 33, 40, 43—46, w1—w3, w5, w11—w13, w16—w19].	Рекомендации по профилактическим вмешательствам предоставляются как напоминания в медицинской карте при первичном обращении больного, а не как ежемесячное сообщение, в которое внесены все пациенты, нуждающиеся в помощи.
Рекомендации выполняются путем подтверждения согласия [w3, w12, w14, w20].	Компьютеризированная система врачебных назначений рекомендует определить максимальную и минимальную концентрацию в сыворотке крови лекарственного средства в ответ на назначение аминогликозидов и врач просто щелкает «ОК», чтобы назначить рекомендованные исследования

Продолжение см. на с. 49

Продолжение таблицы 1

Особенность [источники*]	Пример
<i>Особенности, касающиеся предоставляемой информации</i>	
Предоставление рекомендации, а не только оценка состояния больного [43, 47, w21].	Система рекомендуется, чтобы врач назначал антидепрессанты, а не только выявлял больных с депрессией.
Поощрение действия, а не бездействия [33, w11, w17].	Система предоставляет информацию об альтернативных рентгенографии органов брюшной полости методах обследования в тех случаях, когда данный метод вряд ли будет иметь диагностическую ценность, вместо того чтобы просто рекомендовать отменить это исследование.
Обоснование рекомендации за счет предоставления объяснений [25, 27, w14, w17].	Необходимость проведения обследования пациента с диабетической стопой обосновывается датой последнего осмотра и рекомендуемой частотой обследования.
Обоснование рекомендации за счет предоставления данных исследований [27, 29, w17, w22].	Необходимость проведения обследования пациента с диабетической стопой обосновывается за счет предоставления данных рандомизированных контролируемых испытаний, в которых доказана эффективность этого вмешательства.
<i>Дополнительные особенности</i>	
Привлечение местных пользователей к процессу разработки системы [26, 27, 30, 31, 43–45, 48, 49, w17, w19, w23].	Структура системы окончательно устанавливается после тестирования прототипа на репрезентативной группе врачей.
Предоставление результатов поддержки решения не только врачам, но и больным [11, 50, w4, w24–w26].	Кроме напоминаний для врачей, СППКР формирует почтовые открытки, которые направляются больным с целью сообщить им о не выполненных вовремя профилактических вмешательствах.
СППКР снабжена механизмами периодической обратной связи [13, 29, 49, w17, w27, w28].	Врачи отправляют электронные сообщения каждые 2 нед, в которых обобщается их согласие с рекомендациями СППКР по лечению больных с сахарным диабетом.
В СППКР включена определенная обучающая база [51, w7, w17, w27, w29].	В СППКР, направленную на уменьшение числа необоснованных назначений обзорной рентгенографии органов брюшной полости, включена большая презентация, в которой предоставлены показания к назначению данного исследования.

Примечание. * — обзоры или первичные исследования, в которых авторы предположили, что данная особенность важна для эффективности применения СППКР.

признака влияние на частоту эффективного применения системы. Для расчета 95% доверительного интервала (ДИ) частоты [56] и различий в эффективности [57] применяли программу StatXact [55].

Многофакторный логистический регрессионный анализ — наличие или отсутствие статистически или клинически значимого улучшения КМП рассматривается как качественная переменная исхода, а наличие или отсутствие определенных особенностей СПР — как двоичные объясняющие переменные. Включены лишь те исследования, в которых эффекты применения СПР сравнивались с соответствующей группой контрольного вмешательства. Для первичного мета-регрессионного анализа результаты всех включенных исследований объединили, что позволило увеличить до максимума мощность анализа при умень-

шении риска влияния ложноположительных результатов из «сверхподогнанных» моделей [58]. Для компьютерных и неэлектронных систем отдельно проведен вторичный регрессионный анализ. Во все анализы для оценки влияния возможных искажающих факторов, имеющих отношение к условиям проведения исследования, включен 1 критерий, характеризующий тему поддержки принятия решения (неотложная помощь в сравнении с плановой помощью) и 2 критерия места проведения исследования (научные по сравнению с практическими, амбулаторные по сравнению со стационарными). С учетом 15 особенностей систем и 3 факторов, характеризующих условия проведения исследований, составляющих возможные объясняющие переменные, проведен логистический регрессионный анализ с использовани-

Таблица 2. Семь особенностей систем поддержки принятия клинического решения, потенциально объясняющих эффективность их применения, которые не были включены в статистический анализ

Особенность [источники*]	Причины, по которым особенность не может быть выделена и проанализирована
<i>Общие особенности системы</i>	
Быстрота работы системы [30, 31, 33, 45].	В большинстве исследований не сообщалось о стандартной или нестандартной оценке скорости работы системы.
<i>Особенности, касающиеся взаимодействия специалиста и системы</i>	
Сберегает время врачу или требует минимального времени для использования [25, 26, 28, 36, 39—41, w3].	В большинстве исследований не проводилась стандартная или нестандартная оценка времени, необходимого для использования системы, и сокращения времени работы при ее использовании.
Четкий и наглядный пользовательский интерфейс [5, 23, 25, 26, 30, 31, 33, 42, 45, 52, w12].	В большинстве исследований пользовательский интерфейс не описан в необходимых деталях (например, посредством предоставления внешнего вида экрана монитора на определенных этапах работы врача с системой).
<i>Особенности, касающиеся предоставляемой информации</i>	
Четкость оценок и рекомендаций [26, 30, 31, 43, w12, w17].	В большинстве исследований не сообщается о частоте ложноположительных или ложноотрицательных ошибок, связанных с сообщениями СППКР.
<i>Дополнительные особенности</i>	
Система создавалась путем процесса многократных улучшений [30, 31, 33, 43, 45, 53].	В большинстве исследований не сообщается, как часто перед оценкой система подвергалась доработке.
Регулирование целей поддержки принятия решения в соответствии с организационными приоритетами [30—32, 43, 49, w15, w31], мнениями [23, 25, 27, 54, w3, w12, w30, w32] и финансовыми интересами [27, 41, w6, w7, w17, w33] отдельных специалистов.	В большинстве исследований не оценивалось, поддерживали ли СППКР организационные приоритеты (например, безопасность пациента, сдерживание затрат), и были поэтому предрасположены получить дополнительную поддержку, были ли врачи согласны с рекомендациями, предложенными СППКР (например, более частое использование β-адреноблокаторов у больных с застойной сердечной недостаточностью), и имели ли они любые финансовые стимулы следовать или отклоняться от рекомендаций СППКР.
Активное вовлечение в разработку системы местных авторитетных специалистов [30—32, 43]	Невозможно точно определить, сколько исследователей являлись авторитетными специалистами в данной области, однако лишь немногие сами идентифицировали себя как таковые.

Примечание. * — обзоры или первичные исследования, в которых авторы предположили, что данная особенность важна для эффективности применения СППКР.

Схема отбора испытаний, оценивающих эффекты применения систем поддержки принятия клинического решения, для данного обзора.

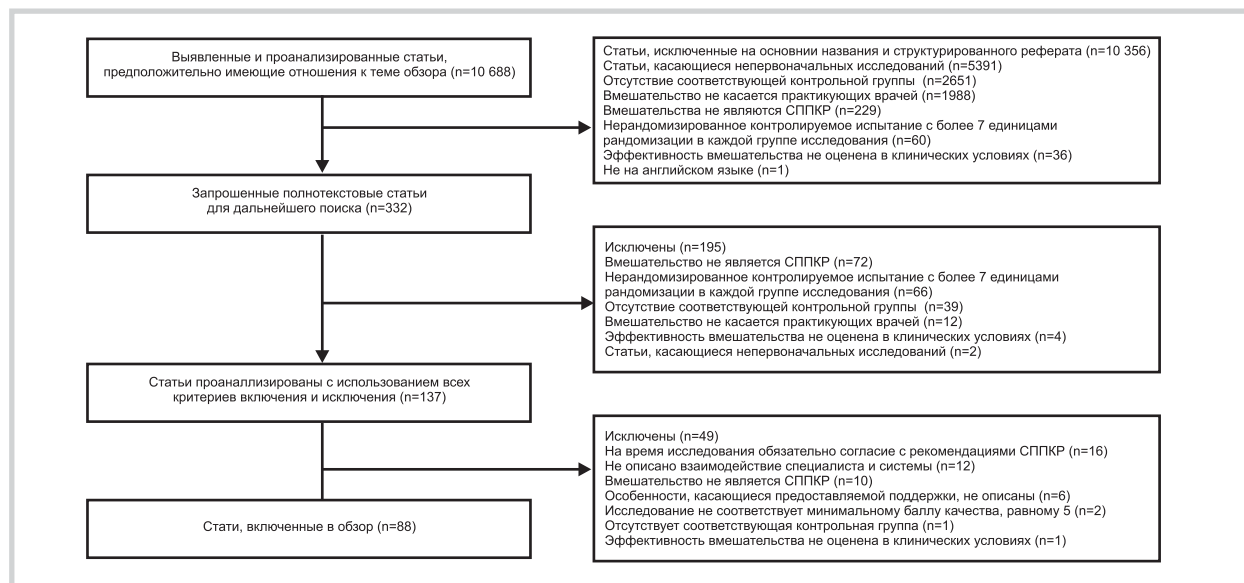


Таблица 3. Частота согласия между экспертами в выборе исследований и извлекаемых данных при обзоре испытаний, изучающих эффекты применения систем поддержки принятия клинического решения

Оцениваемое решение	Приблизительное согласие, %	Безоговорочное согласие (коэффициент Коэна), %
<i>Выбор исследований</i>		
На основании просмотра с использованием алгоритма поиска структурированного реферата исследование, возможно, соответствует тематике обзора	99,8	96,4
На основании просмотра с использованием алгоритма поиска полнотекстовой статьи исследование, возможно, соответствует тематике обзора	94,9	89,5
На основании анализа полнотекстовой статьи исследование соответствует всем критериям включения и не содержит критериев исключения	84,6	66,3
<i>Извлекаемые данные</i>		
Использование СППКР приводит к статистически и клинически значимому улучшению качества оказания медицинской помощи	97,2	93,6
В СППКР объединены интересующие факторы, которые, вероятно, определяют эффективность системы (средний уровень согласия для 15 особенностей)	97,8	90,5

ем программы LogXact-5 [59]. Независимые переменные включены в модель прямым отбором по критерию статистической значимости 0,05.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Из 10 688 статей, которые, возможно, соответствовали теме обзора, в 88 описывались результаты 70 РКИ, соответствующих всем критериям включения и исключения (см. схему). Согласие между экспертами в выборе исследований и отобранных данных было достаточным (табл. 3). В 70 РКИ проведено 82 сравнения, имеющих отношение к тематике данного СО, в 71 случае сравнивалась группа применения СПР и контрольная группа (сравнение контроль—система), в 11 — система с аналогичной системой, обладающей дополнительной характеристикой (сравнение система—система). Сравнения контроль—система применялись для выявления характеристик систем, статистически значимо определяющих эффективность их применения, сравнения система—система — для выявления особенностей, важность которых подтверждена экспериментальными данными.

В табл. 4 приведены характеристики 70 РКИ, включенных в анализ. В рамках этих исследований около 6000 специалистов были объектом изучения во время оказания ими помощи приблизительно 130 000 больных. Наиболее часто использовались компьютерные СПР, которые выдавали свои рекомендации в распечатанном виде в листке первичного осмотра или в распечатке, прикрепляемой к медицинской карте (34%) [w2, w4, w6, w8—w10, w12, w14, w19, w22—w28, w32, w34—w49]¹; неэлектронные системы, которые позволяли прикреплять специфические рекомендации к соответ-

ствующим картам (26%) [w1, w29—w31, w50—w66], и системы, которые предоставляли поддержку решения при компьютеризированном вводе врачебных назначений (16%) [w3, w7, w11, w15—w17, w20, w67—w71].

Однофакторный анализ

В табл. 5 обобщены данные об эффективности применения СПР, характеризующихся наличием или отсутствием 15 потенциально важных особенностей. Использование 48 из 71 СПР (68%, при 95% ДИ от 56 до 78%) статистически значимо улучшало КМП. Наличие 5 из 15 характеристик статистически значимо повышает эффективность применения системы.

Наиболее очевидна важность автоматического предоставления поддержки решения специалисту: применение 75% таких систем эффективно и ни в одном из случаев, когда специалисту самостоятельно приходилось искать рекомендацию в системе, эффект применения систем не доказан (различие частот 75%, 95% ДИ от 37 до 84%). Схожим образом СПР, интегрированные в систему заполнения медицинской карты или компьютеризированной системы ввода врачебных назначений, оказались статистически значимо более эффективными, чем системы, размещенные изолированно (различие частот 37%, 95% ДИ от 6 до 61%); системы, использующие компьютер, — более эффективными, чем основанные на механической обработке данных (различие частот 26%, 95% ДИ от 2 до 49%); системы, в которых в случае отказа специалиста от предложенной схемы действия требовалось объяснение, — более эффективными, чем те, в которых от предложенной тактики можно было отказаться, не объясняя причины (различие частот 41%, 95% ДИ от 19 до 54%); системы, в которых предоставлялись рекомендации (например, «у больного высокий риск развития ишемической болезни сердца, рекомендовано начать терапию β-адреноблокаторами») — статистически значимо более эффективны

¹ Дополнительные источники с номерами wXX приведены в списке, доступном на сайте www.bmj.com

Таблица 4. Основные характеристики 70 исследований, изучающих эффекты применения систем поддержки принятия клинического решения, включенных в обзор

Характеристика	Частота встречаемости, %
<i>Условия проведения</i>	
Учебное заведение	59
Амбулаторная практика	77
Многоцентровое испытание	43
<i>Специалисты и больные</i>	
Клинические ординаторы и лица, к ним приравненные, составляют как минимум половину участников испытаний	57
Вовлечены специалисты со средним медицинским образованием (помощники врачей, медицинские сестры)	23
Вовлечены дети	11
<i>Характеристика системы</i>	
Система напоминания или подсказок	54
Система обратной связи	16
Система поддержки принятия решений	11
Экспертная система	0
<i>Область применения поддержки решения</i>	
Лечение хронических заболеваний или профилактическая помощь	81
Лечение острых состояний	23
Лечение психических заболеваний	14
Фармакотерапия	53
Назначение лабораторных исследований	46
Нехирургические вмешательства	41
Назначение рентгенологических исследований	31
Направление к специалистам за исключением рентгенологов	24
Диагностика	19
Иммунизация	19
Хирургические вмешательства	3

ми, чем те, в которых только предоставлялась оценка тяжести состояния больного (например, «у больного высокий риск развития ишемической болезни сердца») (различие частот 35%, 95% ДИ от 8 до 58%).

Наконец, системы, в которых поддержка принятия решения предоставлялась в момент и в месте его принятия, оказались существенно более эффективными, чем те, которые не предоставляли рекомендаций в момент оказания помощи, однако различие в частоте эффективности не достигло установленного уровня статистической значимости 0,05 (различие частот 48%, 95% ДИ от -0,46 до 70,01%).

Мета-регрессионный анализ

Однофакторный анализ позволил оценить влияние на эффект каждой из предполагаемых характеристик без учета других особенностей системы. Проведен многофакторный регрессионный анализ, цель которого — выявить особенности, предопределяющие

эффективность применения СПР с учетом влияния других потенциально важных факторов (табл. 6).

Из 6 особенностей систем, важность которых доказана при однофакторном анализе, при первичном мета-регрессионном анализе идентифицированы 4, влияющие на эффективность системы вне зависимости от наличия других факторов. Наиболее очевидно данный анализ позволил подтвердить критическую значимость автоматического предоставления поддержки принятия решения как элемента рабочего процесса специалиста ($p < 0,00001$). Оставшимися тремя характеристиками оказались: обеспечение поддержки во время и в месте принятия решения ($p = 0,0263$), предоставление рекомендации, а не только оценка тяжести состояния больного ($p = 0,0187$) и использование для формирования поддержки решения компьютера ($p = 0,0294$). Из 32 СПР, которые включали все 4 выявленные особенности [w2—w6, w8—w10, w12, w16, w19, w20, w22, w24—w27, w32, w34—w49,

Таблица 5. Эффективность¹ применения систем поддержки принятия клинического решения в зависимости от наличия или отсутствия 15 предположительно важных характеристик. Результаты 71 сравнения контроль—система

Характеристика	Распространенность характеристики, %	Частота эффективности (95% ДИ)		Различие в частоте (95% ДИ)
		при наличии характеристики	в отсутствие характеристики	
<i>Общие особенности системы</i>				
Интеграция в процесс заполнения медицинской документации или систему ввода назначений	85	73 (от 61 до 84)	36 (от 14 до 67)	37 (от 6 до 61) ²
Использование компьютера для выработки поддержки принятия решения	69	76 (от 62 до 87)	50 (от 28 до 72)	26 (от 2 до 49) ²
Привлечение местных пользователей к процессу разработки системы	7	40 (от 8 до 81)	70 (от 58 до 80)	−30 (от −61 до 11)
<i>Особенности, касающиеся взаимодействия специалиста и системы</i>				
Автоматическое предоставление поддержки принятия решения как часть рабочего процесса специалиста	90	75 (от 63 до 85)	0 (от 0 до 38)	75 (от 37 до 84) ²
Предоставление поддержки принятия решения во время и в месте совершаемого действия	89	73 (от 61 до 83)	25 (от 5 до 65)	48 (от 0 до 70) ³
Запрос документации, объясняющей причины отказа от рекомендаций СППКР	21	100 (от 79 до 100)	59 (от 45 до 72)	41 (от 19 до 54) ²
Отсутствует необходимость ввода дополнительных данных специалистом	89	71 (от 59 до 82)	38 (от 11 до 71)	34 (от −2 до 61)
Рекомендации выполняются путем подтверждения согласия	13	78 (от 44 до 96)	66 (от 54 до 77)	12 (от −23 до 34)
<i>Особенности, касающиеся предоставляемой информации</i>				
Предоставление рекомендации, а не только оценка состояния больного	76	76 (от 63 до 86)	41 (от 18 до 66)	35 (от 8 до 58) ²
Поощрение действия, а не бездействия	92	68 (от 56 до 78)	67 (от 27 до 94)	1 (от −27 до 40)
Обоснование рекомендации за счет предоставления данных исследований	7	100 (от 50 до 100)	65 (от 53 до 76)	35 (от −13 до 48)
Обоснование рекомендации за счет предоставления объяснений	39	75 (от 56 до 89)	63 (от 47 до 76)	12 (от −11 до 34)
<i>Дополнительные характеристики</i>				
Предоставление результатов поддержки решения не только врачам, но и больным	10	86 (от 45 до 99)	66 (от 54 до 77)	20 (от −23 до 39)
СППКР снабжена механизмами периодической обратной связи	4	67 (от 14 до 98)	68 (от 55 до 78)	−1 (от −50 до 31)
В СППКР включена определенная обучающая база	31	55 (от 33 до 74)	73 (от 60 до 84)	−19 (от −42 до 4)

Примечание. ¹ — эффективность определялась как статистически и клинически значимое улучшение качества оказания медицинской помощи; ² — различия в частоте эффективности статистически значимы; ³ — нижний предел 95% ДИ −0,46%.

Таблица 6. Особенности систем поддержки принятия клинического решения, предопределяющие улучшение качества оказания медицинской помощи при их применении. Результаты мета-регрессионных анализов 71 сравнения контроль—система

Особенность ¹	Стандартизированное отношение шансов (95% ДИ)	<i>p</i>
Первичный анализ (все СППКР, <i>n</i> =71)		
Автоматическое предоставление поддержки принятия решения как часть рабочего процесса специалиста	112,1 (от 12,9 до ∞)	<0,00001
Предоставление поддержки принятия решения во время и в месте совершаемого действия	15,4 (от 1,3 до 300,6)	0,0263
Предоставление рекомендации, а не только оценка состояния больного	7,1 (от 1,3 до 45,6)	0,0187
Использование компьютера для выработки поддержки принятия решения	6,3 (от 1,2 до 45,0)	0,0294
Вторичный анализ (электронные СППКР, <i>n</i> =49) ^{2, 3}		
Автоматическое предоставление поддержки принятия решения как часть рабочего процесса специалиста	105,0 (от 10,4 до ∞)	0,00001
Вторичный анализ (неэлектронные СППКР, <i>n</i> =22) ^{2, 4}		
Предоставление рекомендации, а не только оценка состояния больного	19,4 (от 1,5 до 1263,0)	0,0164

Примечание. ¹ — проанализированы 3 характеристики, которые могли внести искажения в основные результаты (неотложная помощь в сравнении с плановой, научные и практические исследования, амбулаторные и стационарные условия). Ни в одном из этих анализов статистически значимого влияния на основной исход не выявлено; ² — так как подгруппа определялась в зависимости от использования компьютера, эта особенность не включена во вторичные анализы; ³ — преимущество предоставления поддержки принятия решения во время и в месте совершаемого действия малозначимы (marginally significant) (отношение шансов 10,5 при 95% ДИ от 0,75 до ∞, *p*=0,0791); ⁴ — важность автоматического предоставления поддержки не может быть оценена в неэлектронных системах, так как все подобные системы обладают этим свойством.

w67, w69, w70, w88], применение 30 (94%, 95% ДИ от 80 до 99%) привело к статистически значимому улучшению КМП. В отличие от этого применение СПР, в которых отсутствовал любой из этих 4 критериев, привело к улучшению КМП лишь в 18 из 39 случаев (46%, 95% ДИ от 30 до 62%). При анализе в подгруппах компьютерных и неэлектронных СПР получены данные, сопоставимые с результатами первично-регрессионного анализа (см. табл. 6).

Изучение экспериментальных данных

Выявлено 11 РКИ, в которых эффекты применения одной СПР сравнивались с эффектами использования аналогичной системы, обладающей дополнительными свойствами (табл. 7) [w14, w17, w19, w21, w22, w24—w26, w28, w38, w64, w86]. В подтверждение данных, полученных при регрессионном анализе, в 1 РКИ доказано, что эффективность системы статистически значимо повышается, если поддержка решения предоставляется во время и в месте его принятия [w19]. Также эффективность повышается, если от специалиста требуется объяснение причин несоблюдения рекомендаций, предложенных системой [14], и в случае обеспечения периодической обратной связи, позволяющей специалисту высказать степень своего согласия с рекомендациями [w28]. Кроме того, в 2 из 4 РКИ выявлено статистически значимое преимущество в случае, когда поддержка принятия решения предоставлялась как специалистам, так и пациентам [w24—w26, w38, w86]. Напротив, эффективность приме-

нения СПР не изменялась в тех случаях, когда рекомендации были сформулированы более настоятельно и предоставлялись подтверждающие их данные [w17], в случаях, когда рекомендации носили более специфический характер [w21], при привлечении к созданию системы местных специалистов [w64] и в ситуациях, когда для подтверждения рекомендаций, предложенных системой, предлагались библиографические ссылки [w22].

ОБСУЖДЕНИЕ

Данное исследование имеет несколько важных преимуществ. Во-первых, проведен тщательный литературный поиск исследований, имеющих отношение к теме обзора, просмотрено более 10 000 статей. Во-вторых, потенциально важные особенности СПР отображены на основании данных СО, осуществленного для выявления мнений экспертов, относящихся к данной тематике, а не на основании взглядов ограниченного числа специалистов. В-третьих, для повышения достоверности отбор исследований и извлечение данных осуществляли независимо друг от друга 2 эксперта. В-четвертых, предоставлена количественная оценка сравнительной важности определенных особенностей СПР. Наконец, всесторонне обобщены результаты РКИ, в которых важность характеристик систем оценивали путем прямого сравнения.

Единственным ограничением данного исследования является использование качественного критерия

рия оценки, а не непрерывной величины, такой как выраженность эффекта. Это не позволило оценить различия выраженности эффекта. Другой недостаток — в регрессионный анализ были объединены СПР различного типа. Однако мы считаем, что использованные методы соответствуют цели исследования — определить влияние неоднородности среди вмешательств, а не оценить эффект однородных вмешательств, что обычно является целью мета-анализа.

Анализ в подгруппе исследований, в которых оценивались исходы, характеризующие состояние пациентов (в противоположность исходам, характеризующим сам изучаемый процесс), не проводили, так как число исследований, в которых оценивались исходы, характеризующие состояние пациентов, было слишком мало для проведения регрессионного анализа необходимой статистической мощности. Кроме того, так как в рамках данного исследования вмешательство рассматривалось как эффективное лишь при клинически значимом улучшении КМП, улучшение показателей процесса оказания помощи не анализировалось.

Исследование ограничено данными опубликованных отчетов РКИ. Полученные выводы могут быть неприменимы к СПР, относительно которых не были найдены исследования, соответствующие критериям включения, например СПР, основанные на использовании индивидуальных цифровых устройств. Кроме того, систематическая ошибка, связанная с преимущественной публикацией положительных результатов исследований, могла ограничить возможность выявления свойств СПР, которые связаны с неэффективностью систем.

Несмотря на стремление найти и включить в анализ данные всех исследований по интересующей тематике, отношение числа случаев к числу поясняющих переменных было неоптимальным, особенно для проведения регрессионного анализа в подгруппах [58, 60]. В результате важность некоторых особенностей систем не может быть исключена на основании их отсутствия в окончательных регрессионных моделях. Также возможно, что одна или более характеристик ошибочно включены в регрессионные модели из-за их сверхкоррекции в регрессионном анализе. Однако мы не считаем, что это произошло, так как результаты этого обзора сопоставимы с полученными нами ранее экспериментальными данными по внедрению в практику СПР. Дополнительным ограничением является тот факт, что анализ ограничен особенностями, которые были достоверно описаны. Как следствие, оказалось невозможным оценить важность нескольких потенциально важных особенностей (см. табл. 2).

ПРАКТИЧЕСКИЕ ВЫВОДЫ

Клиницисты и другие заинтересованные лица должны применять СПР, которые удовлетворяют следующим требованиям: (а) — обеспечивают поддержку принятия решения автоматически во время работы специалиста; (б) — предоставляют поддержку решения во время и в месте, где оно принимается; (с) — предоставляют правомочные рекомендации; (д) — для выработки поддержки решения используют компью-

тер. В частности, учитывая четкую взаимосвязь между автоматической поддержкой и успешными исходами ($p < 0,00001$), мы полагаем, что эта характеристика должна использоваться во всех возможных случаях. Если решение об использовании СПР должно исходить от специалиста, необходимо, чтобы ее применение проходило под тщательным наблюдением и предпринимались определенные шаги, направленные на обеспечение доступа специалиста к ресурсу.

Общая особенность всех 4 характеристик, предопределяющих эффективность использования СПР — облегчение работы специалиста с данной системой. Например, автоматическое предоставление поддержки решения предотвращает необходимость поиска специалистом необходимой рекомендации, использование компьютерных систем улучшает последовательность и надежность рекомендаций СПР за счет сведения к минимуму трудоемкого и склонного к ошибкам процесса, такого как механическое извлечение необходимых данных из медицинской документации. Как общий принцип, результаты данного обзора свидетельствуют о том, что в эффективной СПР усилия специалиста по получению и использованию рекомендаций должны быть сведены к минимуму.

В отношении 3 других особенностей систем, важность которых подтверждена непосредственно в экспериментах, мы полагаем, что эти особенности важны и их наличие желательно, однако не столь критично, как это показано для 4 характеристик, выявленных при регрессионном анализе. Таким образом, когда это выполнимо и необходимо, СПР должны также обладать следующими особенностями: обеспечивать механизм периодической обратной связи; запрашивать объяснение причин, по которым рекомендации системы не были выполнены; сообщать о результатах поддержки пациентам. Остальные особенности СПР (см. табл. 1) дополнительные, но потенциально эффективные, особенно если они облегчают процесс работы специалиста с СПР или если однофакторный анализ показал, что они существенно более часто встречаются в успешных, чем в неудачных, системах (см. табл. 5). Относительно 7 особенностей СПР, не включенных в регрессионный анализ (см. табл. 2), мы рекомендуем, чтобы они рассматривались как потенциально важные, особенно если они способствуют уменьшению времени, затрат или инициативы, требуемой от специалиста для того, чтобы получить и использовать рекомендации системы.

НАПРАВЛЕНИЯ БУДУЩИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Перспективы, возлагаемые на доказательную медицину, осуществимы лишь в том случае, если стратегии по внедрению наилучшей практики сами по себе базируются на строгих доказательствах [61, 62]. Для достижения этой цели в отношении СПР должны быть рассмотрены 2 аспекта. Во-первых, в сообщениях об оценке СПР должны во всех возможных деталях описываться сами системы и способы взаимодействия с ними специалистов, что позволит дру-

Таблица 7. Особенности 11 рандомизированных контролируемых испытаний, в которых непосредственно оценивалось влияние определенных характеристик на эффективность применения систем поддержки принятия клинического решения

Испытание	Число специалистов ¹ ; число пациентов ¹ ; длительность исследования	Контрольная группа	Экспериментальная группа	Измеряемый исход	Эффект (экспериментальная группа в сравнении с контрольной)
Tierney et al., 1986 [w19]	135; 6045; 10 мес	Ежемесячное компьютерное напоминание о 13 протоколах профилактической помощи	Как и в контрольном вмешательстве, однако протокол предоставлялся при обращении больного	% врачей, выполняющих протокол	Более частое согласие с 3 из 13 протоколов, $p < 0,05$
Litzelman et al., 1993 [w14]	176; 5407; 6 мес	Компьютерное напоминание о необходимости выполнения анализа кала на скрытую кровь, маммографии и мазка из цервикального канала в формах первичного осмотра	Как и в контрольном вмешательстве, однако пользователь обязан был выбрать 1 из 4 возможных ответов: «провести/назначить на завтра», «неприменимо у данного больного», «больной отказался», «при следующем посещении»	% специалистов, выполняющих рекомендации в совокупности	46 по сравнению с 38, $p = 0,002$
Lobach, 1996 [w28]	20; 205 обращений за 3 мес	Созданная компьютером клиническая рекомендация по лечению сахарного диабета на специальной карточке первичного осмотра (encounter forms)	Как и в контрольном вмешательстве, в сочетании с обратным отчетом каждые 2 нед, в котором указывается приверженность рекомендациям	Медиана % выполняющих рекомендации	35,3 по сравнению с 6,1, $p < 0,01$
Becker et al., 1989 [w25]	1 клиника; 371; 12 мес	Компьютерное напоминание о необходимости 9 профилактических вмешательств	Как и в контрольном вмешательстве в сочетании с напоминанием больному	% общего согласия с рекомендациями о профилактической помощи	18,5 по сравнению с 12,9, $p = 0,014$
Fordham et al., 1990 [w26]	21; 645; 9 мес	Компьютерная карта-напоминание о необходимости обследования молочных желез и выполнения маммографии	Как и в контрольном вмешательстве в сочетании с рассылкой брошюр и напоминающих писем больным	% среднего выполнения маммографии	75 по сравнению с 50, $p = 0,022$
McPhee et al., 1989 [w24]				% среднего выполнения осмотра молочных желез	80 по сравнению с 82, статистически не значим

Продолжение см. на с. 57

Продолжение таблицы 7

Испытание	Число специалистов ¹ ; число пациентов ¹ ; длительность исследования	Контрольная группа	Экспериментальная группа	Измеряемый исход	Эффект (экспериментальная группа в сравнении с контрольной)
Gans et al., 1994 [w86]	Нет данных; 86; 18 мес	Извещение врача о больных с впервые выявленной гиперхолестеринемией по почте с предоставлением рекомендаций по лечению	Как и в контрольном вмешательстве в сочетании с рассылкой напоминающих писем больным	% больных, сообщивших о последующем визите к врачу	57,5 по сравнению с 53,9, статистически не значим
				% больных, выполняющих диетические рекомендации	74,5 по сравнению с 1,5, статистически не значим
				% больных, согласных с рекомендациями относительно образа жизни	36,2 по сравнению с 35,9, статистически не значим
Burack et al., 1996 [w38]	20; 758; 12 мес	Компьютерная карта напоминание о необходимости направления пациентки на маммографию	Как и в контрольном вмешательстве в сочетании с рассылкой напоминающих писем больным	% выполнения маммографии женщинами, которым показано проведение этого исследования	31 по сравнению с 32, статистически не значим
Harpole et al., 1997 [w17]	236; 491; 5 мес	Компьютерная система назначений с критической оценкой в режиме реального времени необходимости назначения обзорной рентгенографии органов брюшной полости	Как и в контрольном вмешательстве, однако критические замечания тщательно изложены и предоставлены подтверждающие их доказательства	% выполняющих рекомендацию не выполнять рентгенографию в тех случаях, когда польза от этого исследования маловероятна	Статистически не значим
				% согласных назначить другую проекцию	Статистически не значим

Продолжение см. на с. 58

Продолжение таблицы 7

Испытание	Число специалистов ¹ ; число пациентов ¹ ; длительность исследования	Контрольная группа	Экспериментальная группа	Измеряемый исход	Эффект (экспериментальная группа в сравнении с контрольной)
Meyer et al., 1991 [w21]	Нет данных; 206; 12 мес	Сообщения врачам о больных, получающих более 10 лекарственных препаратов, и требующее уменьшения их числа	Как и в контрольном вмешательстве в сочетании с рекомендациями по изменению режима приема каждого препарата и оценкой согласия каждого пациента следовать рекомендациям врача	Среднее число применяемых препаратов через 4, 6 и 12 мес после вмешательства	Статистически не значим
Sommers et al., 1984 [w64]	57; 145; 10 мес	Справочная карта-напоминание по ведению пациентов, у которых при лабораторном исследовании выявлено снижение уровня гемоглобина в сыворотке крови	Как и в контрольном вмешательстве в сочетании с изначальным согласием поддерживать обратную связь и привлечением местных специалистов к процессу разработки критериев	% выполнения рекомендаций	61 по сравнению с 77, статистически не значим
McDonald et al., 1980 [w22]	31; 3691 случай; 3 мес	Компьютерное напоминание о состоянии больных, требующих особого внимания	Как и в контрольном вмешательстве в сочетании с предоставлением библиографических ссылок	% врачей, сообщивших о выявлении этих случаев	40,9 по сравнению с 35,9, p=0,154

Примечание. ¹ — число участников, у которых оценивался первичный исход. Ссылки w1—w89 доступны на сайте www.bmj.com

гим исследователям использовать опыт предыдущих успехов и неудач для повышения эффективности систем. Во-вторых, оправдано проведение дальнейших прямых сравнений различных СПР с целью оценки важности определенных особенностей системы.

Финансирование: это исследование было поддержано исследовательскими грантами T32-GM07171 и F37-LM008161-01 Национального института здравоохранения, Bethesda, Maryland, USA; исследователь-

скими грантами R01-HS10472 и R03-HS10814 Агентства по оценке исследований в системе здравоохранения и контролю качества (Agency for Healthcare Research and Quality), Rockville, Maryland, USA. Эти фонды не участвовали в определении структуры исследования, его выполнении, анализе полученных данных или публикации результатов.

Конфликт интересов: не выявлен.

Литература

1. McGlynn E.A., Asch S.M., Adams J., Keesey J., Hicks J., DeCristofaro A., et al. The quality of health care delivered to adults in the United States. *N Engl J Med* 2003;348:2635—45.
2. Kohn L.T., Corrigan J.M., Donaldson M.S., eds. To err is human: building a safer health system. Washington, DC: National Academy Press 1999.
3. Vincent C., Neale G., Woloshynowych M. Adverse events in British hospitals: preliminary retrospective record review. *BMJ* 2001;322:517—9.
4. Hunt D.L., Haynes R.B., Hanna S.E., Smith K. Effects of computer-based clinical decision support systems on physician performance and patient outcomes: a systematic review. *JAMA* 1998;280:1339—46.

5. Bennett J.W., Glasziou P.P. Computerised reminders and feedback in medication management: a systematic review of randomised controlled trials. *Med J Aust* 2003;178:217–22.
6. Walton R.T., Harvey E., Dovey S., Freemantle N. Computerised advice on drug dosage to improve prescribing practice. *Cochrane Database Syst Rev* 2001;1.
7. Walton R., Dovey S., Harvey E., Freemantle N. Computer support for determining drug dose: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 1999;318:984–90.
8. Kaushal R., Shojania K.G., Bates D.W. Effects of computerized physician order entry and clinical decision support systems on medication safety: a systematic review. *Arch Intern Med* 2003;163:1409–16.
9. Bates D.W., Teich J.M., Lee J., Seger D., Kuperman G.J., Ma'Lu'f N., et al. The impact of computerized physician order entry on medication error prevention. *J Am Med Inform Assoc* 1999;6:313–21.
10. Shea S., DuMouchel W., Bahamonde L. A meta-analysis of 16 randomized controlled trials to evaluate computer-based clinical reminder systems for preventive care in the ambulatory setting. *J Am Med Inform Assoc* 1996;3:399–409.
11. Balas E.A., Weingarten S., Barb C.T., Blumenthal D., Boren S.A., Brown G.D. Improving preventive care by prompting physicians. *Arch Intern Med* 2000;160:301–8.
12. Shiffman R.N., Liaw Y., Brandt C.A., Corb G.J. Computer-based guideline implementation systems: a systematic review of functionality and effectiveness. *J Am Med Inform Assoc* 1999;6:104–14.
13. Thomson O'Brien M.A., Oxman A.D., Davis D.A., Haynes R.B., Freemantle N., Harvey E.L. Audit and feedback versus alternative strategies: effects on professional practice and health care outcomes. *Cochrane Database Syst Rev* 2000;2.
14. Hulscher M.E., Wensing M., van der Weijden T., Grol R. Interventions to implement prevention in primary care. *Cochrane Database Syst Rev* 2001;1.
15. Oxman A.D., Thomson M.A., Davis D.A., Haynes R.B. No magic bullets: a systematic review of 102 trials of interventions to improve professional practice. *CMAJ* 1995;153:1423–31.
16. Kupets R., Covens A. Strategies for the implementation of cervical and breast cancer screening of women by primary care physicians. *Gynecol Oncol* 2001;83:186–97.
17. Bero L.A., Grilli R., Grimshaw J.M., Harvey E., Oxman A.D., Thomson M.A. Closing the gap between research and practice: an overview of systematic reviews of interventions to promote the implementation of research findings. *The Cochrane Effective Practice and Organization of Care Review Group. BMJ* 1998;317:465–8.
18. Mandelblatt J., Kanetsky P.A. Effectiveness of interventions to enhance physician screening for breast cancer. *J Fam Pract* 1995;40:162–71.
19. Wensing M., Grol R. Single and combined strategies for implementing changes in primary care: a literature review. *Int J Qual Health Care* 1994;6:115–32.
20. Mandelblatt J.S., Yabroff K.R. Effectiveness of interventions designed to increase mammography use: a meta-analysis of provider-targeted strategies. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 1999;8:759–67.
21. Stone E.G., Morton S.C., Hulscher M.E., Maglione M.A., Roth E.A., Grimshaw J.M., et al. Interventions that increase use of adult immunization and cancer screening services: a meta-analysis. *Ann Intern Med* 2002;136:641–51.
22. Weingarten S.R., Henning J.M., Badamgarav E., Knight K., Hasselblad V., Gano A. Jr., et al. Interventions used in disease management programmes for patients with chronic illness—which ones work? Meta-analysis of published reports. *BMJ* 2002;325:925–32.
23. Kaplan B. Evaluating informatics applications—some alternative approaches: theory, social interactionism, and call for methodological pluralism. *Int J Med Inf* 2001;64:39–56.
24. Kanouse D.E., Kallich J.D., Kahan J.P. Dissemination of effectiveness and outcomes research. *Health Policy* 1995;34:167–92.
25. Wendt T., Knaup-Gregori P., Winter A. Decision support in medicine: a survey of problems of user acceptance. *Stud Health Technol Inform* 2000;77:852–6.
26. Wetter T. Lessons learnt from bringing knowledge-based decision support into routine use. *Artif Intell Med* 2002;24:195–203.
27. Sim I., Gorman P., Greenes R.A., Haynes R.B., Kaplan B., Lehmann H., et al. Clinical decision support systems for the practice of evidence-based medicine. *J Am Med Inform Assoc* 2001;8:527–34.
28. Payne T.H. Computer decision support systems. *Chest* 2000;118 (Suppl):47–52.
29. Shiffman R.N., Brandt C.A., Liaw Y., Corb G.J. A design model for computer-based guideline implementation based on information management services. *J Am Med Inform Assoc* 1999;6:99–103.
30. Ash J.S., Stavri P.Z., Kuperman G.J. A consensus statement on considerations for a successful CPOE implementation. *J Am Med Inform Assoc* 2003;10:229–34.
31. Trivedi M.H., Kern J.K., Marcee A., Grannemann B., Kleiber B., Bettinger T., et al. Development and implementation of computerized clinical guidelines: barriers and solutions. *Methods Inf Med* 2002;41:435–42.
32. Solberg L.I., Brekke M.L., Fazio C.J., Fowles J., Jacobsen D.N., Kottke T.E., et al. Lessons from experienced guideline implementers: attend to many factors and use multiple strategies. *Jt Comm J Qual Improv* 2000;26:171–88.
33. Bates D.W., Kuperman G.J., Wang S., Gandhi T., Kittler A., Volk L., et al. Ten commandments for effective clinical decision support: making the practice of evidence-based medicine a reality. *J Am Med Inform Assoc* 2003;10:523–30.
34. Centre for Health Informatics, University of New South Wales. Appendix A: electronic decision support activities in different healthcare settings in Australia. In: National Electronic Decision Support Taskforce. Electronic decision support for Australia's health sector. Canberra: Commonwealth of Australia, 2003. URL:<http://www.ahic.org.au/downloads/nedsrept.pdf>.
35. Cohen J. A coefficient of agreement for nominal scales. *Educ Psychol Meas* 1960;20:37–46.
36. Aronsky D., Chan K.J., Haug P.J. Evaluation of a computerized diagnostic decision support system for patients with pneumonia: study design considerations. *J Am Med Inform Assoc* 2001;8:473–85.
37. Ramnarayan P., Britto J. Paediatric clinical decision support systems. *Arch Dis Child* 2002;87:361–2.
38. Ryff-de Leche A., Engler H., Nutzi E., Berger M., Berger W. Clinical application of two computerized diabetes management systems: comparison with the log-book method. *Diabetes Res* 1992;19:97–105.
39. Hersh W.R. Medical informatics: improving health care through information. *JAMA* 2002;288:1955–8.
40. Bodenheimer T., Grumbach K. Electronic technology: a spark to revitalize primary care? *JAMA* 2003;290:259–64.
41. Lowensteyn I., Joseph L., Levinton C., Abrahamowicz M., Steinert Y., Grover S. Can computerized risk profiles help patients improve their coronary risk? The results of the coronary health assessment study (CHAS). *Prev Med* 1998;27:730–7.
42. Miller R.A. Medical diagnostic decision support systems—past, present, and future: a threaded bibliography and brief commentary. *J Am Med Inform Assoc* 1994;1:8–27.
43. Morris A.H. Academia and clinic. Developing and implementing computerized protocols for standardization of clinical decisions. *Ann Intern Med* 2000;132:373–83.
44. Tierney W.M. Improving clinical decisions and outcomes with information: a review. *Int J Med Inf* 2001;62:1–9.
45. Heathfield H.A., Wyatt J. Philosophies for the design and development of clinical decision-support systems. *Methods Inf Med* 1993;32:1–8.

46. Wyatt J.R. Lessons learnt from the field trial of ACORN, an expert system to advise on chest pain. Proceedings of the Sixth World Conference on Medical Informatics, Singapore 1989:111–5.
47. Stock J.L., Waud C.E., Coderre J.A., Overdorf J.H., Janikas J.S., Heiniluoma K.M., et al. Clinical reporting to primary care physicians leads to increased use and understanding of bone densitometry and affects the management of osteoporosis. A randomized trial. *Ann Intern Med* 1998;128:996–9.
48. Frances C.D., Alperin P., Adler J.S., Grady D. Does a fixed physician reminder system improve the care of patients with coronary artery disease? A randomized controlled trial. *West J Med* 2001;175:165–6.
49. Belcher D.W., Berg A.O., Inui T.S. Practical approaches to providing better preventive care: are physicians a problem or a solution? *Am J Prev Med* 1988;4:27–48.
50. McPhee S.J., Detmer W.M. Office-based interventions to improve delivery of cancer prevention services by primary care physicians. *Cancer* 1993;72:1100–12.
51. Strecher V.J., O'Malley M.S., Villagra V.G., Campbell E.E., Gonzalez J.J., Irons T.G., et al. Can residents be trained to counsel patients about quitting smoking? Results from a randomized trial. *J Gen Intern Med* 1991;6:9–17.
52. Shannon K.C., Sinacore J.M., Bennett S.G., Joshi A.M., Sherin K.M., Deitrich A. Improving delivery of preventive health care with the comprehensive annotated reminder tool (CART). *J Fam Pract* 2001;50:767–71.
53. Delaney B.C., Fitzmaurice D.A., Riaz A., Hobbs F.D. Can computerised decision support systems deliver improved quality in primary care? *BMJ* 1999;319:1281–3.
54. Weir C.J., Lees K.R., MacWalter R.S., Muir K.W., Wallesch C.W., McLelland E.V., et al. Clusterrandomized, controlled trial of computer-based decision support for selecting long-term anti-thrombotic therapy after acute ischaemic stroke. *QJM* 2003;96:143–53.
55. StatXact [computer program]. Version 6.2.0. Cambridge, MA: Cytel Software, 2004.
56. Casella G. Refining binomial confidence intervals. *Can J Stat* 1986;14:113–29.
57. Agresti A., Min Y. On small-sample confidence intervals for parameters in discrete distributions. *Biometrics* 2001;57:963–71.
58. Green S.B. How many subjects does it take to do a regression analysis? *Multivariate Behav Res* 1991;26:499–510.
59. LogXact [computer program]. Version 5.0. Cambridge, MA: Cytel Software, 2002.
60. Harrell F.E. Jr., Lee K.L., Mark D.B. Multivariable prognostic models: issues in developing models, evaluating assumptions and adequacy, and measuring and reducing errors. *Stat Med* 1996;15:361–87.
61. Grol R. Personal paper: beliefs and evidence in changing clinical practice. *BMJ* 1997;315:418–21.
62. Freemantle N., Grilli R., Grimshaw J., Oxman A. Implementing findings of medical research: the Cochrane Collaboration on Effective Professional Practice. *Qual Health Care* 1995;4:45–7.