

طراحی و ارزیابی نرم افزار مبتنی بر تلفن همراه پشتیبان تصمیم بیهوشی

الهه شفیعی^۱، صدریه حاج اسمعیل گوهری^۲، محمدعلی حق بین^۳، مقدمه میرزایی^۴، کامبیز بهاءالدین بیگی^{۵*}

• دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۱/۱۷ • پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۳/۱۰

مقدمه: بیهوشی یکی از فرآیندهایی است که خطای دارویی در آن رایج است. یکی از پرتکرارترین خطاهای دارویی در بیهوشی، خطا در محاسبه دوز داروها می باشد. سیستم های پشتیبان تصمیم یکی از راه حل های کاهش این خطاها می باشند. هدف این مطالعه طراحی و ارزیابی یک نرم افزار تلفن همراه پشتیبان تصمیم بیهوشی جهت کمک به متخصصان بیهوشی برای تجویز صحیح و به موقع داروها می باشد.

روش: این مطالعه مقطعی- کاربردی در سه مرحله نیازسنجی، طراحی و ارزیابی صورت گرفت. نیازسنجی این نرم افزار با استفاده از مصاحبه نیمه ساختاریافته با پزشکان انجام شد. بعد از رسم طرح اولیه، نرم افزار تلفن همراه برای سیستم عامل اندروید طراحی شد و در انتها در دو شاخص دقت و سرعت محاسبه، ارزیابی شد.

نتایج: خروجی مصاحبه در سه دسته دیدگاه پزشکان در مورد ضرورت ساخت نرم افزار، امکانات و قابلیت های مورد انتظار برای نرم افزار و محتوای اطلاعاتی نرم افزار طبقه بندی شد. نتایج ارزیابی این نرم افزار نشان داد در تمامی گروه ها به جزء گروه متخصص، زمان محاسبه توسط پزشکان بیشتر از نرم افزار بود. همچنین بیشترین پاسخ صحیح توسط گروه کاربر نرم افزار و سپس گروه دستیار سال چهارم بود.

نتیجه گیری: وجود یک نرم افزار پشتیبان تصمیم بیهوشی برای پزشکان به طور قابل توجهی در افزایش دقت و سرعت محاسبات دارویی پزشکان تأثیرگذار می باشد. تاکنون در ایران هیچ نرم افزار بیهوشی بر اساس دستورالعمل های معتبر جهانی ساخته نشده است. بنابراین نتایج این مطالعه می تواند مورد توجه ارائه دهندگان خدمات سلامت قرار گیرد.

کلیدواژه ها: بیهوشی، نرم افزار تلفن همراه، سیستم پشتیبان تصمیم، ارزیابی

• **ارجاع:** شفیعی الهه، حاج اسمعیل گوهری صدریه، حق بین محمدعلی، میرزایی مقدمه، بهاءالدین بیگی کامبیز. طراحی و ارزیابی نرم افزار مبتنی بر تلفن همراه پشتیبان تصمیم بیهوشی. مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی ۱۴۰۰؛ ۸(۱): ۳۹-۱۲۸.

۱. کارشناس ارشد انفورماتیک پزشکی، مرکز تحقیقات انفورماتیک پزشکی، پژوهشکده آینده پژوهی در سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران

۲. دکترای مدیریت اطلاعات سلامت، استادیار، مرکز تحقیقات انفورماتیک پزشکی، پژوهشکده آینده پژوهی در سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران

۳. متخصص بیهوشی، استادیار، گروه بیهوشی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران

۴. دکترای آمار زیستی، دانشیار، گروه آمار زیستی و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران

۵. دکترای انفورماتیک پزشکی، دانشیار، مرکز تحقیقات انفورماتیک پزشکی، پژوهشکده آینده پژوهی در سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران

* **نویسنده مسئول:** کامبیز بهاءالدین بیگی

آدرس: کرمان، ابتدای محور هفت باغ علوی، پردیس دانشگاه علوم پزشکی کرمان، پژوهشکده آینده پژوهی، مرکز تحقیقات انفورماتیک پزشکی

• **Email:** kambiz321@gmail.com

• **شماره تماس:** ۰۳۴۳۱۳۲۵۴۰۶

مقدمه

بیهوشی عمومی یعنی از دست دادن هوشیاری بیمار در اثر مصرف داروها به طوری که بیمار حتی با تحریک دردناک نیز هوشیار نمی‌شود. در این حالت سیستم تنفس و قلبی-عروقی بیمار دچار اختلال شده و حتی در مواردی نیاز به تهویه مکانیکی جهت بهبود تنفس بیمار می‌باشد [۱]. پزشک متخصص بیهوشی وظیفه مدیریت فرآیند بیهوشی بیمار را بر عهده دارد. برای این منظور او از داروها، سرم‌ها و مایعات مختلفی استفاده می‌کند. محاسبه نوع و میزان دوز لازم برخی از این داروها، سرم‌ها و مایعات وریدی، به دقت و سرعت عمل بالایی نیاز دارد. معمولاً پزشکان متخصص و یا دستیاران بیهوشی کلیه این محاسبات را به صورت دستی و یا ذهنی انجام می‌دهند، که زمان‌بر و دشوار بوده و به علت مشغله کاری پزشکان می‌تواند باعث ایجاد خطاهای ناخواسته شود.

به‌طور کلی خطای پزشکی به شکست در انجام یک فرآیند برنامه‌ریزی شده یا برنامه‌ریزی اشتباه برای انجام یک هدف در زمینه پزشکی گفته می‌شود [۲]. یکی از شایع‌ترین خطاهای پزشکی در زمینه درمان، خطاهای دارویی هستند. خطاهای دارویی در فرآیند تجویز تا تحویل دارو به بیمار ممکن است رخ دهند و باعث بروز عواقب نامطلوب شوند [۳]. بر اساس گزارش سازمان جهانی بهداشت خطاهای دارویی به علل مختلفی از جمله دانش و تجربه ناکافی پزشک یا سایر ارائه‌دهندگان خدمت، شرایط محیطی و کمبود زمان، نبود استانداردها و پروتکل‌ها، نبود مستندات صحیح از بیمار، نام‌گذاری نادرست داروها، تشخیص نادرست بیماری رخ می‌دهد [۴]. علاوه بر این احتمال وقوع خطاهای بیشتر با عواقب جدی‌تر در بعضی بخش‌ها مثل واحد مراقبت‌های ویژه، اتاق عمل و بخش اورژانس بیشتر است [۲]. بیهوشی نیز یکی از فرآیندهایی است که خطای دارویی در آن رایج است [۵،۶]. به طوری که گفته می‌شود از هر ۱۳۳ متخصص بیهوشی، یک نفر مرتکب خطای دارویی می‌شود [۷]. مطالعات مشابه نشان داده است که یکی از پرتکرارترین خطاهای دارویی در بیهوشی، خطا در محاسبه دوز داروها می‌باشد [۸،۹].

راه‌حل‌های مختلفی مانند کدگذاری با رنگ، برچسب‌گذاری آمپول‌ها و سرنگ‌ها، چک کردن برچسب‌ها توسط فرد ثانویه، گزارش خطاهای دارویی و استفاده از سیستم‌های پشتیبان تصمیم بالینی به منظور کاهش بروز خطاهای دارویی در بیهوشی ارائه شده است [۱۰]. سیستم‌های پشتیبان تصمیم بالینی با هدف کمک به فرآیند تصمیم‌گیری بالینی طراحی

شده‌اند [۱۱]. این سیستم‌ها می‌توانند به پزشکان، پرستاران و سایر ارائه‌دهندگان خدمت در تصمیم‌گیری درست کمک نمایند. سیستم‌های پشتیبان تصمیم بالینی در مدل‌های مختلف از جمله نرم‌افزارهای تلفن همراه طراحی می‌شوند.

امروزه بخش قابل‌توجهی از نرم‌افزارهای تلفن همراه را نرم‌افزارهای پزشکی تشکیل می‌دهند؛ به طوری که طبق آخرین گزارش انجمن علوم انسانی اکیویا (IQVIA) در سال ۲۰۱۷ بالغ بر ۳۱۸۰۰۰ نرم‌افزار مرتبط با سلامت در دسترس بود که هرروز به تعداد آن افزوده می‌شود [۱۲]. نرم‌افزارهای پزشکی برای اهداف مختلف از جمله تجویز الکترونیکی، تشخیص و درمان، کدگذاری و صورت حساب و آموزش الکترونیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند [۱۳،۱۴]؛ به‌طور کلی از مزیت‌های نرم‌افزارهای پزشکی می‌توان به کاهش هزینه‌ها، آسانی دسترسی، کاهش خطاها، افزایش کیفیت درمان و کاهش سفرهای غیرضروری اشاره کرد [۱۵،۱۶].

نرم‌افزارهای مورد استفاده در زمینه بیهوشی قابلیت‌های مختلفی از جمله انجام محاسبات پزشکی، ارائه منابع دارویی، اتصال به مجله‌های پزشکی و شبیه‌سازی برخی فرآیندهای پزشکی برای آموزش دارند [۱۷]. این نرم‌افزارها می‌توانند به کاهش زمان محاسبه دوز داروهای بیهوشی و تجویز سریع داروی مناسب توسط پزشک کمک کنند. مطالعات انجام شده نشان داده‌اند که وجود چنین نرم‌افزارهایی مورد نیاز بوده و نتایج مطلوبی داشته‌اند [۱۷-۱۹].

در یک بررسی ملی در سال ۲۰۱۰ در آمریکا مشخص شد که ۸۰ درصد از متخصصین بیهوشی‌ای که از گوشی‌های هوشمند استفاده می‌کردند، حداقل از یک نرم‌افزار پزشکی استفاده می‌کردند [۲۰]. همچنین مطالعه دیگری در سال ۲۰۱۸ در آمریکا نشان داد که ۹۹/۳٪ از متخصصین بیهوشی از گوشی‌های هوشمند استفاده می‌کنند که از این افراد ۸۸/۶٪ حداقل یک بار در ماه از نرم‌افزارهای بیهوشی استفاده می‌کنند [۱۷].

علی‌رغم مفید بودن استفاده از نرم‌افزارهای پزشکی در فرآیند بیهوشی و استقبال پزشکان بیهوشی از این نرم‌افزارها تاکنون مطالعه‌ای در ایران به بررسی استفاده از این نرم‌افزارها نپرداخته است. هدف این مطالعه طراحی یک نرم‌افزار پشتیبان تصمیم بیهوشی معتبر مبتنی بر متون علمی و راهنماها جهت کمک به متخصصان بیهوشی برای انتخاب مناسب و به موقع دارو و سرم‌ها و همچنین ارزیابی دقت و سرعت این نرم‌افزار می‌باشد.

روش

صفحه از نرم افزار است که نشان می دهد چه عناصری در صفحات اصلی نرم افزار وجود خواهند داشت. این طرح بندی، یک قسمت مهم از روند طراحی تعاملی است [۲۱] و منجر به درک مشترک برنامه نویسی و گروه پژوهشگر می شود. سپس بر اساس نظرات پزشکان، نسخه نهایی نرم افزار بر اساس این طرح اولیه ساخته شد.

این نرم افزار برای سیستم عامل اندروید در محیط اندروید استودیو با استفاده از زبان برنامه نویسی جاوا طراحی و پیاده سازی شد. برای ساخت پایگاه داده از دیتابیس Sqlite استفاده شد. این نرم افزار حاوی یک پایگاه داده محلی جهت ارائه عملکرد آفلاین بود. در نهایت نرم افزار تولید شده مجدداً توسط متخصصین بیهوشی و انفورماتیک پزشکی مورد بررسی قرار گرفت و اشکالات ذکر شده اصلاح گردید.

مرحله سوم: ارزیابی نرم افزار

در این مرحله نرم افزار با محاسبه دو شاخص دقت و سرعت عمل مورد ارزیابی قرار گرفت.

ابتدا تعداد ۲۰ سناریوی بیهوشی با مشورت پزشک متخصص بیهوشی و برگرفته از پرونده های بیماران و بر اساس شایع ترین موارد موجود تعریف شد. سپس این سناریوها به صورت سؤال در آمده و در قالب یک پرسشنامه با ۲۰ سناریو و ۴۰ محاسبه تدوین شد. سپس پرسشنامه توسط دو متخصص انفورماتیک پزشکی و بیهوشی مورد تأیید قرار گرفت و همه سؤالات از نظر درجه سختی مورد بررسی قرار گرفتند.

در ابتدای این پرسشنامه توضیحاتی در خصوص پروژه داده شد و به پزشکان ذکر شد که طرح این سؤالات برای ایشان تنها به منظور آزمون نرم افزار است. محقق با انتخاب تصادفی پزشکان و چندین مرتبه حضور در بیمارستان های آموزشی درمانی شهر کرمان به پزشکان دستیار و متخصص بیهوشی مراجعه نموده و از ایشان خواست که بخشی از زمان خود را در اختیار وی بگذارند.

سپس این پرسشنامه ها در اختیار ۵ گروه شامل دستیارهای بیهوشی سال اول، دوم، سوم، چهارم و متخصصین بیهوشی قرار گرفت. تعداد پزشکان در هر گروه ۲ نفر بود. هر گروه به ۲۰ سناریو که شامل ۴۰ سؤال محاسباتی بود پاسخ دادند و در گروه آخر هم دو محقق با تخصص انفورماتیک پزشکی (دارای بک گراند بیهوشی) و کارشناس بیهوشی با نرم افزار محاسبات را انجام دادند. در نهایت در مجموع ۵ گروه پزشکان و یک گروه کاربر نرم افزار (دو محقق) ۲۴۰ محاسبه صورت گرفت. ارزیابی زمان به این صورت بود که از لحظه شروع مطالعه

مطالعه حاضر یک مطالعه مقطعی-کاربردی است که به منظور طراحی و ارزیابی یک نرم افزار پشتیبان تصمیم برای کمک به محاسبات دارویی بیهوشی برای پزشکان متخصص و دستیاران بیهوشی در شهر کرمان انجام شد. این پژوهش با کد ۹۵۰۰۴۰۲ در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی کرمان مطرح گردید و با شماره IR.KMU.REC.1395.701 مورد تصویب قرار گرفت. و در سه مرحله نیازسنجی، طراحی و ارزیابی به شرح زیر انجام شد:

مرحله اول: نیازسنجی نرم افزار

در این مرحله از مصاحبه نیمه ساختاریافته جهت نیازسنجی نرم افزار استفاده شد. سؤالات این مصاحبه در زمینه ضرورت طراحی این نرم افزار، امکانات و قابلیت های مورد انتظار و همچنین محتوای اطلاعاتی آن طراحی شده بود. در پژوهش کیفی مانند مصاحبه، گاهی تعداد شرکت کنندگان از اول قابل پیش بینی نیست و حجم نمونه ها توسط داده های جمع آوری شده و تحلیل آن ها مشخص می شود. شرکت کنندگان شامل پزشکان متخصص بیهوشی شاغل در بیمارستان های آموزشی شهر کرمان بودند که با روش نمونه گیری هدفمند، که شیوه مناسبی جهت پژوهش های کیفی می باشد، انتخاب شدند. متخصصینی وارد این مصاحبه شدند که سابقه پزشکی آن ها در زمینه تخصصی بیهوشی بیش از ۱۰ سال بود. نمونه گیری تا زمان رسیدن به کفایت اطلاعاتی ادامه یافت. بنابر نظر پزشکان، مصاحبه در محیط بیمارستان انجام شد.

از مصاحبه شونده گان برای ضبط مصاحبه، رضایت نامه آگاهانه اخذ شد. هر مصاحبه به طور معمول بین ۱۰-۳۰ دقیقه طول می کشید؛ اما در برخی موارد به علت مشغله بالای پزشکان این فرآیند حدود ۳-۴ ساعت به طول می انجامید تا محقق بتواند در ساعات فراغت پزشکان با آن ها صحبت نماید. سپس تمام مصاحبه ها به صورت متنی رونویسی شد تا بتواند در تجزیه و تحلیل مورد استفاده قرار گیرد.

مرحله دوم: طراحی نرم افزار

در این مرحله بر اساس نتایج حاصل از مرحله نیازسنجی، فرمول های علمی داروهای مورد نظر، موارد منع مصرف و نحوه تجویز دارو بر اساس راهنماهای انجمن متخصصین بیهوشی آمریکا (American Society of Anesthesiologists) استخراج شدند. سپس Wireframe یا همان طرح اولیه نرم افزار با استفاده از نرم افزار Balsamiq Wireframes طراحی شد. Wireframe طرح بندی یک

(Accuracy)، ضریب توافق کاپا و کای اسکور انجام شد.

نتایج

مرحله اول: نیازسنجی نرم افزار

در این مرحله ۵ پزشک متخصص بیهوشی دعوت به انجام مصاحبه شدند. بعد از جمع بندی نظرات مصاحبه شونده‌گان، به طور کلی مجموعه پاسخ‌های آنان در سه دسته دیدگاه پزشکان در مورد ضرورت ساخت نرم افزار، امکانات و قابلیت‌های مورد انتظار برای نرم افزار و محتوای اطلاعاتی نرم افزار تقسیم بندی شد (جدول ۱).

سؤال اول تا آخرین لحظه پاسخ‌دهی به سؤال آخر زمان با کرنومتر سنجیده و ثبت شد.

در مرحله بعدی دو کاربر با استفاده از نرم افزار همین سؤالات را پاسخ داده و زمان پاسخ‌دهی ایشان توسط نرم افزار ثبت شد.

به علت این که در پزشکی تصمیم‌گیری نهایی با پزشک است، استاندارد طلایی در این مطالعه نظر متخصصین بیهوشی قرار داده شد؛ بنابراین تمام پاسخ‌ها با پاسخ‌های گروه متخصصین بیهوشی مورد مقایسه قرار گرفتند.

آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۵، آمارهای توصیفی مانند فراوانی و آمارهای تحلیلی شامل ضریب دقت

جدول ۱: نتایج طبقه بندی شده مصاحبه نیمه ساختاریافته با پزشکان

گروه	زیر گروه
دیدگاه پزشکان در مورد ضرورت ساخت نرم افزار	اهمیت محاسبات دارویی در بیهوشی استقبال پزشکان از تکنولوژی در پزشکی
امکانات و قابلیت‌های مورد انتظار برای نرم افزار	دقت محاسباتی نرم افزار سرعت نرم افزار امکان مشاهده راهنماهای مرتبط امکان مشاهده کنترااندیکاسیون‌ها
محتوای اطلاعاتی نرم افزار	داروهای هوشبر وریدی داروهای هوشبر استنشاقی داروهای شل کننده عضلانی داروهای آرام‌بخش شل کننده‌های عضلانی مخدرها مایع درمانی و خون تجهیزات بیهوشی و اتاق عمل

در زمینه دیدگاه پزشکان در مورد ضرورت ساخت نرم افزار، اکثر پزشکان وجود چنین نرم افزاری را باعث افزایش سرعت عملکرد و کمک به دستیاران به خصوص در اوایل دوران دستیاری می‌دانستند. البته به شرط این که بتوان فاکتورهای بالینی که برای محاسبات دارویی نقش دارند را در نرم افزار لحاظ کرد. پزشکان معتقد بودند وجود چنین نرم افزاری بسیار کمک کننده می‌باشد، اما در بعضی مواقع بستگی به شرایط بالینی بیمار ممکن است دارو و دوز تجویز آن متفاوت با راهنماها باشد؛ بنابراین وجود این نرم افزار به عنوان راهنما مناسب‌تر است تا به عنوان تصمیم گیرنده. در حیطه امکانات و قابلیت‌های مورد انتظار برای نرم افزار نیز پزشکان معتقد بودند اولین و مهم‌ترین ویژگی که هر نرم افزار

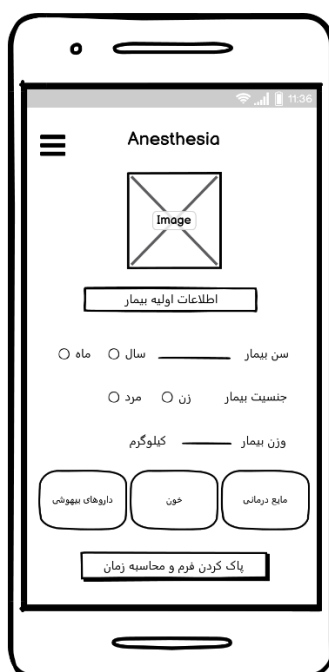
در زمینه دیدگاه پزشکان در مورد ضرورت ساخت نرم افزار، اکثر پزشکان وجود چنین نرم افزاری را باعث افزایش سرعت عملکرد و کمک به دستیاران به خصوص در اوایل دوران دستیاری می‌دانستند. البته به شرط این که بتوان فاکتورهای بالینی که برای محاسبات دارویی نقش دارند را در نرم افزار لحاظ کرد. پزشکان معتقد بودند وجود چنین نرم افزاری بسیار کمک کننده می‌باشد، اما در بعضی مواقع بستگی به شرایط بالینی بیمار ممکن است دارو و دوز تجویز آن متفاوت با راهنماها باشد؛ بنابراین وجود این نرم افزار به عنوان راهنما مناسب‌تر است تا به عنوان تصمیم گیرنده. در حیطه امکانات و قابلیت‌های مورد انتظار برای نرم افزار نیز پزشکان معتقد بودند اولین و مهم‌ترین ویژگی که هر نرم افزار

همراه محاسبات مایع درمانی و خون وارد نرم افزار گردید.

مرحله دوم: طراحی نرم افزار

بر اساس نتایج مصاحبه نیمه ساختاریافته طرح اولیه نرم افزار رسم شد. در صفحه اصلی نرم افزار، پزشک باید اطلاعات اولیه بیمار شامل سن، جنس و وزن را وارد کند و سپس انتخاب کند که تمایل به محاسبه در کدام یک از گروه های مایع درمانی، خون و داروهای بیهوشی را دارد. شکل ۱ طرح اولیه صفحه اصلی نرم افزار را نشان می دهد.

در زمینه محتوای اطلاعاتی نرم افزار نیز از آنجایی که در فرآیند روزمره بالینی در اتاق عمل تعداد محدودی از داروهای متداول برای بیهوشی استفاده می شوند، از نظر پزشکان ورود این داروها به نرم افزار کافی به نظر می رسد. داروهایی که در اتاق عمل برای بیهوشی استفاده می شوند شامل ۴ دسته اصلی: هوشبرها، شل کننده های عضلانی، مخدرها و آرام بخش ها می باشند. علاوه بر این در فرآیند بیهوشی بحث مایع درمانی و خون نیز حائز اهمیت می باشد؛ بنابراین همه این دسته های دارویی به



شکل ۱: طرح اولیه صفحه اصلی نرم افزار

را وارد نماید تا نتایج با دقت بیشتری نمایش داده شود. در پایان هر محاسبه، مدت زمان سپری شده در نرم افزار نمایش داده می شود. بعد از اتمام انجام محاسبات برای یک بیمار، پزشک می تواند با بازگشت به صفحه اصلی و فشردن دکمه «پاک کردن فرم و محاسبه زمان» اطلاعات بیمار جدید را وارد کند و مجدداً محاسبات را برای بیمار جدید مشاهده کند. در شکل های ۲-۵ نمایی از بخش های مختلف نرم افزار نشان داده شده است.

پس از رسم طرح اولیه، نرم افزار با زبان برنامه نویسی جاوا ساخته شد. همان طور که گفته شد در صفحه اصلی پس از انتخاب آیتم اولیه (مایع درمانی، خون و داروهای بیهوشی)، کاربر وارد زیرگروه های مربوط به هر مورد می شود و می تواند دوز مناسب داروهای زیر مجموعه هر آیتم را به همراه کنتراندیکاسیون های دارویی و همچنین توضیحات بیشتر در مورد هر گروه دارویی را مشاهده کند. در دو آیتم خون و مایع درمانی کاربر برای مشاهده نتایج باید اطلاعات تکمیلی بیشتری



شکل ۳: صفحه انتخاب داروهای بیهوشی



شکل ۲: صفحه اصلی نرم افزار



شکل ۵: صفحه نمایش دوز داروهای بیهوشی

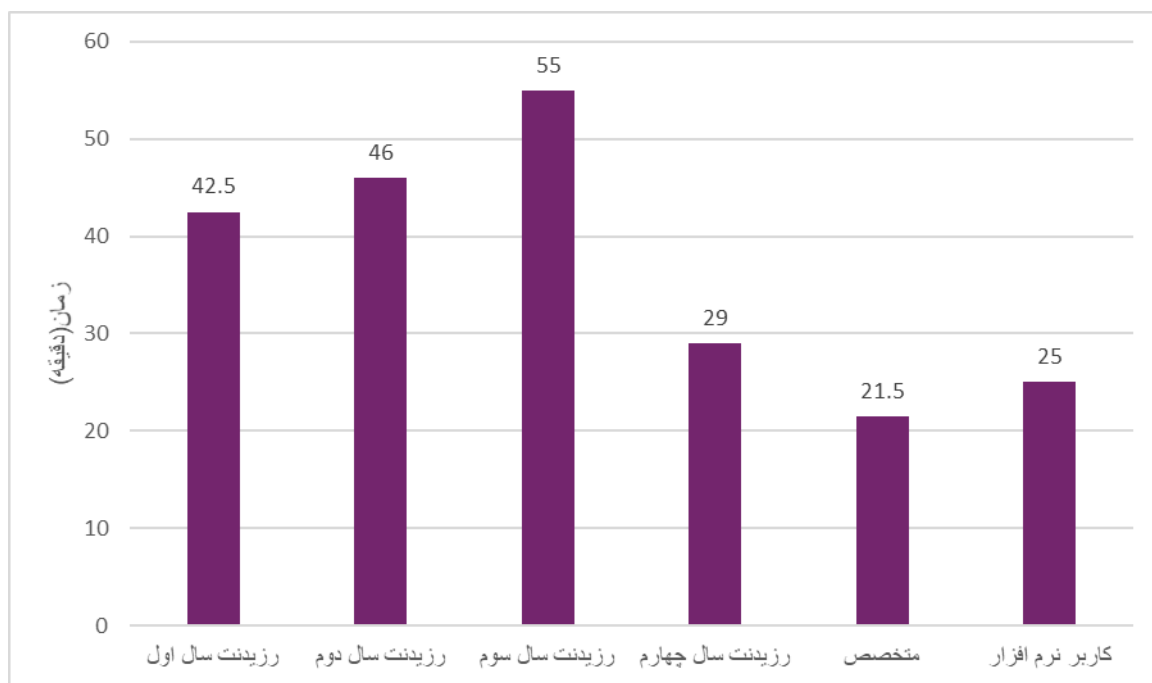


شکل ۴: صفحه ورود اطلاعات برای مایع درمانی

مرحله سوم: ارزیابی نرم افزار

نرم افزار بود و در گروه متخصص کم تر از نرم افزار بود. بیشترین زمان طی شده مربوط به گروه دستیار سال سوم و کمترین زمان طی شده مربوط به گروه متخصص بود.

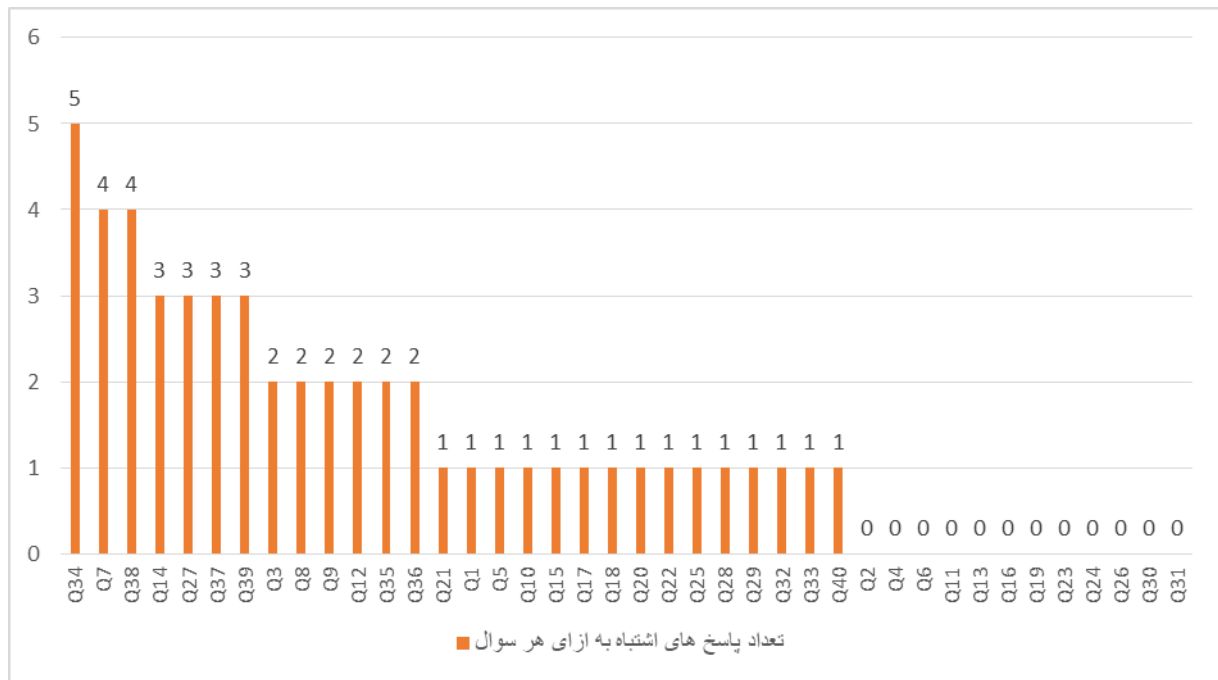
نتایج مقایسه زمان محاسبه توسط نرم افزار و محاسبه به روش دستی در شکل ۶ نشان داده شده است. در تمامی گروه ها به جزء گروه متخصص، زمان محاسبه توسط پزشک بیشتر از



شکل ۶: زمان طی شده برای محاسبه ۴۰ سؤال

۴۰ سؤال جمعاً ۲۹ پاسخ صحیح و ۱۱ پاسخ اشتباه داشته است. میزان ضریب دقت در این گروه ۷۵٪ می باشد. گروه کاربر نرم افزار نیز از مجموع ۴۰ سؤال جمعاً ۳۴ پاسخ صحیح و ۶ پاسخ اشتباه داشته است و میزان ضریب دقت در این گروه ۸۵٪ محاسبه شد. در نهایت فراوانی پاسخ های اشتباه به تفکیک هر سؤال محاسبه شد و نتایج در شکل ۷ نشان داده شده است.

نتایج مقایسه دقت محاسبه نرم افزار در مقایسه با پزشکان نشان داد گروه دستیار سال اول از مجموع ۴۰ سؤال جمعاً ۳۰ پاسخ صحیح و ۱۰ پاسخ اشتباه داشته است؛ بنابراین میزان ضریب دقت در این گروه ۷۵٪ می باشد. گروه دستیار سال دوم و سوم به طور مشترک از مجموع ۴۰ سؤال جمعاً ۲۸ پاسخ صحیح و ۱۲ پاسخ اشتباه داشته اند؛ پس میزان ضریب دقت در این دو گروه ۷۰٪ می باشد. گروه دستیار سال چهارم از مجموع



شکل ۷: تعداد پاسخ های اشتباه به ازای هر سوال

خطاهای پزشکی شود. به طوری که مطالعات نشان دادند کم تر از ۳۵٪ نرم افزارهای موجود، با همکاری تخصصی پزشکان طراحی شده اند [۲۲،۲۳]؛ بنابراین این نکته که در این مطالعه طراحی نرم افزار با همکاری پزشکان متخصص بیهوشی و متخصص انفورماتیک پزشکی و بر اساس مراجع معتبر صورت گرفته است، بسیار حائز اهمیت می باشد.

در این پژوهش با توجه به اجماع نظر پزشکان از دستورالعمل ها و مستندات انجمن متخصصین بیهوشی آمریکا برای استخراج فرمول ها استفاده شد. انجمن متخصصان بیهوشی آمریکا یک انجمن آموزشی، پژوهشی و علمی برای پزشکان است که برای ارتقاء استانداردهای پزشکی در زمینه بیهوشی و افزایش کیفیت مراقبت از بیماران، از سال ۱۹۰۵ آغاز به کار کرده است [۲۴]. مطالعات متعددی در سراسر جهان با تأیید راهنماها و مستندات این انجمن، از آن ها در زمینه های مختلف تحقیقاتی استفاده کرده اند [۳۰-۲۵].

Sankar و همکاران در مطالعه ای به بررسی قابلیت اطمینان دستورالعمل های ASA در زمینه بررسی وضعیت بدنی بیمار پرداختند. در این مطالعه که به صورت کوهورت روی حدود ۱۰۰۰۰ بیمار طراحی شده بود یک مرتبه وضعیت بدنی بیماران با استفاده از معیارهای انجمن ASA و یک مرتبه به صورت بالینی سنجیده شد. در نهایت به این نتیجه رسیدند که دستورالعمل های ASA به میزان قابل قبولی با بررسی های بالینی هم پوشانی دارند [۳۱].

در مجموع از ۴۰ سؤال موجود در پرسشنامه، سؤال شماره ۳۴ بیشترین تعداد پاسخ اشتباه (پنج پاسخ اشتباه) را در بین گروه های پزشکان داشته است. بعد از آن دو سؤال ۷ و ۳۸ با چهار پاسخ اشتباه در رتبه دوم قرار گرفتند.

بحث و نتیجه گیری

این مطالعه با هدف نیازسنجی، طراحی و ارزیابی نرم افزار پشتیبان تصمیم بیهوشی انجام شد. نتایج این مطالعه نشان داد پزشکان وجود یک نرم افزار کمکی برای محاسبات بیهوشی را لازم می دانند و استقبال سایر متخصصین و دستیاران بیهوشی را زیاد ارزیابی می کنند. در مطالعه ای Green و همکاران نشان دادند که حدود ۹۰٪ پزشکی که در فیلد بیهوشی کار می کنند (متخصص بیهوشی، فلوشیپ های بیهوشی و دستیاران) و دارای گوشی هوشمند هستند حداقل یک بار در ماه از نرم افزارهای بیهوشی استفاده می کنند و بیش از ۲۵٪ آنان روزانه از نرم افزارهای بیهوشی استفاده می کنند که این میزان استقبال بسیار قابل توجه است. همچنین از دیدگاه پزشکان نرم افزارهایی که اطلاعاتی در مورد دوزهای داروها می دهند و یا محاسبات دارویی بیهوشی را انجام می دهند، کاربردی ترین نرم افزارهای بیهوشی هستند [۱۷].

یکی از مشکلات مهم در زمینه نرم افزارهای پزشکی موجود در بازار، نداشتن پشتوانه علمی و همکاری تخصصی با فیلدهای پزشکی مربوطه است که ممکن است حتی منجر به بروز

نرم افزار در صدی خطا نسبت به پاسخ های پزشکان متخصص را داشت. یکی از علل بیشترین تعداد پاسخ اشتباه توسط دستیاران سال دوم و سوم، اثر متوسط (Intermediate effect) می باشد. تئوری اثر متوسط به این نکته اشاره دارد که روند پیشرفت فرد از سطح مبتدی به سمت متخصص شدن، لزوماً به صورت یک روند خطی همراه با بهبود عملکرد نیست، بلکه یک الگوی U شکل است، که در آن عملکرد افراد قبل از بهتر شدن افت پیدا می کند [۳۳]. افراد در سطح متوسط اطلاعات بیشتری را نسبت به افراد مبتدی در ذهن خود بازیابی می کنند، اما دانش آن ها به گونه ای سازمان دهی نشده است که به آن ها امکان تشخیص دقیق و تفکیک اطلاعات مرتبط و غیر مرتبط را بدهد. در مقابل افراد متخصص می توانند به آسانی اطلاعات نامرتب را با استفاده از ساختار سلسله مراتبی و سازمان یافته ذهن خود فیلتر نمایند.

در شرایط بالینی واقعی، نوع فوریت عمل جراحی (الکتیو/ اورژانس) در میزان خطاهای ایجاد شده در بیهوشی و زمان محاسبات داروها بسیار مؤثر است. در اعمال جراحی الکتیو به علت این که وضعیت بیمار پایدار است و زمان کافی برای انجام محاسبات دارویی توسط پزشکان وجود دارد، احتمالاً میزان خطاهای دارویی نیز در حداقل میزان است؛ اما در شرایطی که وضعیت بیمار ناپایدار است و بیمار به صورت اورژانسی باید بیهوش شود به علت کمبود وقت شدید و استرس موجود، میزان خطاهای محاسباتی با درصد احتمال بیشتری رخ می دهند و همچنین پزشک نیاز دارد که با سرعت بیشتری داروهای مربوطه را تجویز نماید؛ بنابراین در این شرایط وجود یک نرم افزار بیهوشی می تواند کمک بسیار بیشتر و مؤثرتری نسبت به شرایط پایدار داشته باشد.

نتایج Wheeler و همکارش نشان داد که با وجود خطاهای دارویی در فرآیند بیهوشی، یکی از راه حل های مهم کمک تکنولوژی و سیستم های کمک تصمیم گیری به این فرآیند است؛ البته شرط اصلی این مسئله درگیر بودن پزشکان به خصوص متخصصین بیهوشی در فرآیند تولید سیستم ها می باشد. همچنین عنوان کرد که کمک سیستم ها به فرآیند تجویز دارو در بیهوشی باعث افزایش ایمنی بیماران و کاهش زمان تجویز داروها می شود [۳۴].

نتایج این مطالعه نشان داد سؤالات مرتبط با کنتراندیکاسیون ها بیشترین تعداد پاسخ اشتباه را داشته اند. در این سؤالات دوز داروهای از پزشک پرسیده شد که در سن بیمار ذکر شده منع مصرف داشته است. یکی از علت های پاسخ

نرم افزارهای زیادی در سراسر جهان در زمینه بیهوشی طراحی و اجرا شده اند. که اکثریت این نرم افزارها برای سیستم عامل اندروید به کار می روند. طبق آمار منتشر شده محبوب ترین سیستم عامل تلفن همراه در ایران، اندروید است که حدود ۹۳٪ کاربران ایرانی از این سیستم عامل استفاده می کنند [۳۲]. بنابراین نسخه اولیه این نرم افزار برای سیستم عامل اندروید طراحی شد.

بر اساس نتایج این پژوهش از مجموع ۵ گروه پزشکان، زمان محاسبه گروه متخصص (۲۱/۵ دقیقه) از زمان محاسبه نرم افزار (۲۵ دقیقه)، ۳/۵ دقیقه کوتاه تر بوده است. علت این امر می تواند تجربه بالای متخصصین بیهوشی باشد چرا که سالیان زیادی این محاسبات را انجام داده اند؛ اما در ۴ گروه دستیاران زمان محاسبه دستی داروها از نرم افزار بیشتر بود به طوری که زمان محاسبه ۴۰ سؤال در گروه دستیار سال سوم ۵۵ دقیقه بود.

زمان صرف شده برای انجام محاسبات توسط پزشکان بیشتر مربوط به زمان صرف شده جهت محاسبه فرمول های ریاضی است؛ اما زمان صرف شده برای انجام محاسبات توسط نرم افزار بیشتر مربوط به زمان صرف شده برای وارد کردن داده های بیمار است. در واقع پزشک با دانستن اطلاعات بیمار تنها برای محاسبه اعداد نیاز به زمان دارد با وجود این که نرم افزار این زمان محاسباتی اعداد را تقریباً به صفر رسانده است، بیشترین زمان صرف شده برای این بوده است که کاربر بتواند داده های بیماران را وارد کند و به اطلاعات مورد نظر دست پیدا کند؛ بنابراین اگر این امکان وجود داشت که این نرم افزار تلفن همراه به سیستم اطلاعات بیمارستانی (Health Information System) متصل شده و داده های بیماران به طور هم زمان از HIS وارد نرم افزار بیهوشی می شد، همین زمان صرف شده برای ورود داده ها نیز به صفر نزدیک شده و سرعت نرم افزار به طور قابل توجهی افزایش پیدا می کرد.

بر اساس نتایج این مطالعه، گروه کاربر نرم افزار در مقایسه با پاسخ های گروه متخصص کمترین پاسخ اشتباه را با ۸۵٪ پاسخ صحیح دارا بود. سپس بعد از آن گروه دستیار سال اول و چهارم با ۷۵٪ پاسخ صحیح و در آخر دستیارهای سال های دوم و سوم با ۷۰٪ پاسخ صحیح در رتبه سوم قرار گرفتند. پزشک متخصص با توجه به راهنماها و بسته به شرایط خاص یک بیمار برای دوزهای دارویی تصمیم گیری می کند. از آنجایی که امکان ورود تمامی فاکتورهای مؤثر بر تعیین داروهای بیهوشی و دوز آن ها در این نرم افزار وجود نداشت، بنابراین پاسخ های

بود؛ بنابراین خطاهای انجام شده توسط پزشکان احتمالاً در شرایط بالینی به علت وجود سایر اطلاعات جانبی بیمار و حضور پزشکان دیگر، نسبت به مطالعه حاضر کمتر خواهد بود اما تأثیر نرم افزار تلفن همراه بیهوشی در سرعت تصمیم گیری پزشک در شرایط بالینی اهمیت بیشتری خواهد داشت.

وجود یک نرم افزار پشتیبان تصمیم بیهوشی برای پزشکان به طور قابل توجهی در افزایش دقت و سرعت محاسبات دارویی پزشکان تأثیرگذار می باشد. تاکنون در ایران هیچ نرم افزار بیهوشی بر اساس مطالعه علمی و با دستورالعمل های معتبر جهانی ساخته نشده است؛ بنابراین نتایج این مطالعه می تواند مورد توجه پزشکان و سایر ارائه دهندگان خدمت قرار گیرد.

تعارض منافع

هیچ گونه تضاد منافی در این مطالعه وجود نداشت.

اشتباه به این سوالات توسط پزشکان می تواند عدم حضور ذهن و تمرکز ایشان در شرایط موجود اتاق عمل باشد و علت دیگر آشنا نبودن با راهنماهای جهانی بیهوشی؛ چرا که در یک مورد این منع مصرف به تازگی توسط انجمن های بین المللی اعلام شده است؛ بنابراین نیاز به به روزرسانی منابع علمی برای پزشکان وجود دارد.

از جمله محدودیت های این مطالعه تعداد حجم نمونه پایین برای ارزیابی نرم افزار توسط پزشکان بود که علت آن محدودیت دسترسی به پزشکان بود. همچنین محدودیت دیگر این مطالعه این بود که به علت نداشتن فرصت کافی پزشکان، پاسخ به سوالات با استفاده از نرم افزار توسط دو محقق با پیش زمینه بیهوشی انجام گرفت؛ اما بهتر بود این کار توسط دو پزشک صورت می گرفت. همچنین ارزیابی نرم افزار خارج از محیط بالینی بود که علت آن شرایط و قوانین خاص محیط اتاق عمل

References

1. Committee on Quality Management and Departmental Administration. Continuum of Depth of Sedation: Definition of General Anesthesia and Levels of Sedation/Analgesia [cited 2021 Jul 31]. Available from: <https://www.asahq.org/standards-and-guidelines/continuum-of-depth-of-sedation-definition-of-general-anesthesia-and-levels-of-sedationanalgesia>
2. Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS. To Err Is Human. Washington (DC): National Academies Press (US); 2000.
3. Leape LL. Preventing adverse drug events. *Am J Health Syst Pharm* 1995;52(4):379-82. doi: 10.1093/ajhp/52.4.379.
4. World Health Organization (WHO); 2016. Medication errors. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/252274>.
5. Merry AF, Peck DJ. Anaesthetists, errors in drug administration and the law. *N Z Med J* 1995;108(1000):185-7.
6. Currie M, Mackay P, Morgan C, Runciman WB, Russell WJ, Sellen A, Webb RK, Williamson JA. The "Wrong Drug" Problem in Anaesthesia: An Analysis of 2000 Incident Reports. *Anaesth Intensive Care* 1993;21(5):596-601. doi: 10.1177/0310057X9302100517.
7. Webster CS, Merry AF, Larsson L, McGrath KA, Weller J. The frequency and nature of drug administration error during anaesthesia. *Anaesth Intensive Care* 2001;29(5):494-500. doi: 10.1177/0310057X0102900508
8. Zhang Y, Dong YJ, Webster CS, Ding XD, Liu XY, Chen WM, Meng LX, Wu XY, Wang DN. The frequency and nature of drug administration error during anaesthesia in a Chinese hospital. *Acta Anaesthesiol Scand* 2013;57(2):158-64. doi: 10.1111/j.1399-6576.2012.02762.x.
9. Abeysekera A, Bergman IJ, Kluger MT, Short TG. Drug error in anaesthetic practice: a review of 896 reports from the Australian Incident Monitoring Study database. *Anaesthesia* 2005;60(3):220-7. doi: 10.1111/j.1365-2044.2005.04123.x.
10. Camiré E, Moyen E, Stelfox HT. Medication errors in critical care: risk factors, prevention and disclosure. *CMAJ* 2009;180(9):936-43. doi: 10.1503/cmaj.080869.
11. Finlay PN. *Introducing Decision Support Systems* 2nd ed. Cambridge, Mass., USA: Blackwell Pub; 1994.
12. IQVA. The Growing Value of Digital Health; 2017 [cited 2021 Jul 31]. Available from: <https://www.iqvia.com/insights/the-iqvia-institute/reports/the-growing-value-of-digital-health>
13. Mickan S, Tilson JK, Atherton H, Roberts NW, Heneghan C. Evidence of effectiveness of health care professionals using handheld computers: a scoping review of systematic reviews. *J Med Internet Res* 2013 28;15(10):e212. doi: 10.2196/jmir.2530.
14. Murfin M. Know your apps: an evidence-based approach to evaluation of mobile clinical applications. *J Physician Assist Educ* 2013;24(3):38-40. doi: 10.1097/01367895-201324030-00008..
15. Gaglani MS, Topol EJ. iMedEd: the role of mobile health technologies in medical education. *Acad Med* 2014; 89(9): 1207-9. doi: 10.1097/ACM.0000000000000361
16. Ahmadizad A, Varmaghani M, Varmaghani S. Mobile health services: past, present, future. *Educ Strategy Med Sci* 2017;10(3):233-46. [In Persian]
17. Green MS, Mathew JJ, Gundigi Venkatesh A, Green P, Tariq R. Utilization of smartphone applications by anesthesia providers. *Anesthesiol Res Pract* 2018;2018:8694357. doi: 10.1155/2018/8694357.

18. Ozdalga E, Ozdalga A, Ahuja N. The smartphone in medicine: a review of current and potential use among physicians and students. *J Med Internet Res* 2012;14(5):e128. doi: 10.2196/jmir.1994.
19. Yoo JH. The meaning of information technology (IT) mobile devices to me, the infectious disease physician. *Infect Chemother* 2013;45(2):244-51. doi: 10.3947/ic.2013.45.2.244.
20. Angadi SP, Frerk C. Videolaryngoscopy and Cormack and Lehane grading. *Anaesthesia* 2011;66(7):628-9. doi: 10.1111/j.1365-2044.2011.06777.x.
21. What is Wireframing?. [cited 2021 Apr 21]. Available from: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/wireframing/>
22. Aungst TD, Clauson KA, Misra S, Lewis TL, Husain I. How to identify, assess and utilise mobile medical applications in clinical practice. *Int J Clin Pract* 2014;68(2):155-62. doi: 10.1111/ijcp.12375.
23. Hamilton AD, BRADY RW. Medical professional involvement in smartphone'apps' in dermatology. *Br J Dermatol* 2012;167(1):220-1. doi: 10.1111/j.1365-2133.2012.10844.x.
24. American Society of Anesthesiologists (ASA). [cited 2021 Jul 31]. Available from: <https://www.asahq.org/>
25. Han KR, Kim HL, Pantuck AJ, Dorey FJ, Figlin RA, Belldegrin AS. Use of American Society of Anesthesiologists physical status classification to assess perioperative risk in patients undergoing radical nephrectomy for renal cell carcinoma. *Urology* 2004;63(5):841-6. doi: 10.1016/j.urology.2003.12.048
26. Davenport DL, Bowe EA, Henderson WG, Khuri SF, Mentzer Jr RM. National Surgical Quality Improvement Program (NSQIP) risk factors can be used to validate American Society of Anesthesiologists Physical Status classification (ASA PS) levels. *Ann Surg* 2006;243(5):636-41; discussion 641-4. doi: 10.1097/01.sla.0000216508.95556.cc.
27. Bjorgul K, Novicoff WM, Saleh KJ. American Society of Anesthesiologist Physical Status score may be used as a comorbidity index in hip fracture surgery. *J Arthroplasty* 2010;25(6 Suppl):134-7. doi: 10.1016/j.arth.2010.04.010.
28. Aplin S, Baines D, De Lima J. Use of the ASA Physical Status Grading System in pediatric practice. *Paediatr Anaesth* 2007;17(3):216-22. doi: 10.1111/j.1460-9592.2006.02094.x.
29. Hoffman GM, Nowakowski R, Troshynski TJ, Berens RJ, Weisman SJ. Risk reduction in pediatric procedural sedation by application of an American Academy of Pediatrics/American Society of Anesthesiologists process model. *Pediatrics* 2002;109(2):236-43. doi: 10.1542/peds.109.2.236.
30. Chou R, Gordon DB, de Leon-Casasola OA, Rosenberg JM, Bickler S, Brennan T, Carter T, Cassidy CL, Chittenden EH, Degenhardt E, Griffith S. Management of Postoperative Pain: a clinical practice guideline from the American pain society, the American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine, and the American Society of Anesthesiologists' committee on regional anesthesia, executive committee, and administrative council. *J Pain* 2016;17(2):131-57. doi: 10.1016/j.jpain.2015.12.008.
31. Sankar A, Johnson SR, Beattie WS, Tait G, Wijesundera DN. Reliability of the American Society of Anesthesiologists physical status scale in clinical practice. *Br J Anaesth* 2014;113(3):424-32. doi: 10.1093/bja/aeu100.
32. Statcounter Global State. Mobile Operating System Market Share Islamic Republic of Iran. [cited 2021 Jul 31]. Available from: <https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/iran>
33. Holyoak KJ, Morrison RG. *The Oxford Handbook of Thinking and Reasoning*. Oxford, UK: Oxford University Press; 2012.
34. Wheeler SJ, Wheeler DW. Medication errors in anaesthesia and critical care. *Anaesthesia* 2005;60(3):257-73. doi: 10.1111/j.1365-2044.2004.04062.x.

Design and Evaluation of an Anesthesia Decision Support Mobile Application

Shafiei Elaheh¹, Hajesmaeel-Gohari Sadrieh², Haghbin Mohammad Ali³, Mirzaee Moghaddameh⁴,
Bahaadinbeigy Kambiz^{5*}

• Received: 6 Apr 2021

• Accepted: 31 May 2021

Introduction: Anesthesia is one of the processes in which medication error is common. One of the most frequent medication errors in anesthesia is the error in calculating the dose of drugs. Decision support systems are one of the available solutions to reduce these errors. The purpose of this study was to design and evaluate an anesthesia decision support mobile application to assist anesthesiologists to choose the right and timely prescription of drugs.

Method: This practical cross-sectional study was conducted in three stages including needs assessment, design, and evaluation. The needs assessment of this mobile app was performed using semi-structured interviews with physicians. After drawing the initial design, the mobile app was developed for the Android operating system, and in the end, it was evaluated based on accuracy and speed of calculation indicators.

Results: The output of the interviews was classified into three categories including physicians' views on the need to develop the app, the expected facilities and capabilities of the app, and the information content of the app. The evaluation results of this app showed that in all groups, except the expert group, the calculation time required by physicians was longer than the one by the mobile app. Moreover, the highest number of correct answers was given by the app user group and then the fourth-year resident group.

Conclusion: An anesthesia decision support mobile app for physicians can significantly increase the accuracy and speed of physicians' medication calculations. So far, no anesthesia mobile app has been developed in Iran according to valid international guidelines. Therefore, the results of this study can be taken into consideration by health service providers.

Keywords: Anesthesia, Mobile Application, Decision Support System, Evaluation

• **Citation:** Shafiei E, Hajesmaeel-Gohari S, Haghbin MA, Mirzaee M, Bahaadinbeigy K. Design and Evaluation of an Anesthesia Decision Support Mobile Application. *Journal of Health and Biomedical Informatics* 2021; 8(1): 128-39. [In Persian]

1. Ms.c. in Medical Informatics, Medical Informatics Research Center, Institute for Futures Studies in Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran

2. Ph.D. in Health Information Management, Assistant Professor, Medical Informatics Research Center, Institute for Futures Studies in Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran

3. Anesthesiologist, Assistant Professor, Anesthesiology Dept., Faculty of Medicine, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran

4. Ph.D. in Biostatistics, Associate Professor, Biostatistics and Epidemiology Dept., Faculty of Public Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran

5. Ph.D. in Medical Informatics, Associate Professor, Medical Informatics Research Center, Institute for Futures Studies in Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran

***Corresponding Author:** Kambiz Bahaadinbeigy

Address: Medical Informatics Research Center, Institute for Futures Studies in Health, Kerman University of Medical Sciences, Medical University Campus, Haft-Bagh Highway, Kerman, Iran

• **Tel:** 03431325406

• **Email:** kambizb321@gmail.com