

Original Article

Cost estimation in hospital blood bank following the implementation of patient blood management

Chegini A.¹, Jamalian A.², Maghari A.H.³

¹Blood Transfusion Research Center, High Institute for Research and Education in Transfusion Medicine, Tehran, Iran

²Shahid Lavasani Hospital, Sorkheh Hesar, Tehran, Iran

³Department of Family Health, Social Determinants of Health Research Center, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran

Abstract

Background and Objectives

Excessive blood product transfusions increase morbidity, mortality, and healthcare costs. To address this issue, we investigated the cost savings of implementing patient blood management strategies to reduce unnecessary transfusions .

Materials and Methods

We conducted a cross-sectional study at Shahid Lavasani Hospital from 2016 to 2018, analyzing laboratory service costs in the blood bank before and after adopting patient blood management. Statistical analyses included Friedman repeated measures tests for three-year trends and Wilcoxon signed-rank tests for two-year trends, using SPSS version 21 for comparison.

Results

In 2016, the average cost of red blood cell transfusions was 209336820 rials, which dropped to 185857980 rials in 2017 and 71.2% to 53494250 rials in 2018. The average cost of plasma in 2016, before the establishment of patient blood management, was 95155368 rials. In 2017, this cost decreased by 79.1%, bringing the average down to 19880784 rials. In 2018, it fell further by 57% compared to the previous year, resulting in an average cost of 8537760 rials. Total laboratory service costs decreased by 5.7% from 2015 to 2016 and 53.8% from 2017 to 2018.

Conclusions

Patient blood management reduces costs, making it a financially advantageous strategy for hospitals.

Key words: Hospital Economics, Hospital costs, Health Economics, Blood Component Transfusion

Received: 23 Jul 2024

Accepted: 31 Dec 2024

Correspondence: Chegini A., MD. Specialist in Anesthesiology. Assistant Professor of Blood Transfusion Research Center, High Institute for Research and Education in Transfusion Medicine. P.O.Box: 14665-1157, Tehran, Iran. Tel: (+9821) 82052256; Fax: (+9821) 88601599
E-mail: a.chegini@ibto.ir

برآورد هزینه در بانک خون بیمارستان پس از استقرار مدیریت خون بیمار

آزیتا چگینی^۱، علی جمالیان^۲، امیرحسین مفری^۳

چکیده

سابقه و هدف

تزریق بیش از حد خون یا فرآورده‌های خونی در بیماران، سبب افزایش عوارض و مرگ و میر و در نهایت افزایش هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی می‌شود. با توجه به آن که روش‌های مدیریت خون بیمار سبب کاهش در تزریق خون غیرضروری می‌گردد، برآن شدیم تا پس از استقرار مدیریت خون بیمار میزان هزینه را در بانک خون بیمارستان بررسی نماییم.

مواد و روش‌ها

یک مطالعه مقطعی در بیمارستان شهید لواسانی در بازه زمانی ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۶ اجرا گردید. میانگین هزینه خون و فرآورده‌های آن و خدمات آزمایشگاهی در بانک خون بیمارستان برای دوره قبل از مدیریت خون بیمار و دوره پس از آن جمع‌آوری شد. برای مقایسه از آزمون‌های اندازه‌های تکراری فریدمن (بررسی روند سه ساله) و آزمون رتبه علامت‌دار ویلکاکسون (بررسی روند دو ساله) و نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ استفاده شد.

یافته‌ها

میانگین هزینه گلبول قرمز تزریق شده در بیمارستان در سال ۱۳۹۴ به میزان ۲۰۹۳۳۶۸۲۰ ریال، در سال ۱۳۹۵ به ۱۸۵۸۵۷۹۸۰ ریال و در سال ۱۳۹۶ میانگین هزینه با ۷۱/۲٪ کاهش نسبت به سال ۱۳۹۵ به ۵۳۴۹۴۲۵۰ ریال رسید. میانگین هزینه پلاسما در سال ۱۳۹۴ و قبل از استقرار مدیریت خون بیمار ۹۵۱۵۵۳۶۸ ریال، در سال ۹۵ با ۷۹/۱٪ کاهش، میانگین به میزان ۱۹۸۸۰۷۸۴ ریال و در سال ۹۶ با ۵۷٪ کاهش نسبت به سال قبل‌تر به میزان ۸۵۳۷۷۶۰ ریال رسید. مجموع هزینه‌های خدمات آزمایشگاهی از سال ۱۳۹۴ به ۱۳۹۵ به میزان ۵/۷٪ و از سال ۱۳۹۵ به سال ۱۳۹۶ به میزان ۵۳/۸٪ کاهش یافت.

نتیجه‌گیری

استفاده از مدیریت خون بیمار سبب کاهش هزینه می‌گردد و از نظر اقتصادی برای بیمارستان مقرون به صرفه است.

کلمات کلیدی: اقتصاد بیمارستانی، هزینه‌های بیمارستانی، اقتصاد سلامت، انتقال فرآورده‌های خون

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۱

۱- مؤلف مسئول: متخصص بیهوشی - استادیار مرکز تحقیقات انتقال خون - مؤسسه عالی آموزشی و پژوهشی طب انتقال خون - تهران - ایران - صندوق پستی: ۱۴۶۶۵-۱۱۵۷

۲- متخصص قلب - رئیس بیمارستان شهید لواسانی - تهران - ایران

۳- کارشناس ارشد آمار حیاتی - دپارتمان سلامت خانواده مرکز تحقیقات سلامت دانشگاه علوم پزشکی اردبیل - اردبیل - ایران

مقدمه

مدیریت خون بیمار (PBM) یک مفهوم مبتنی بر شواهد برای دستیابی به نتیجه بالینی بهتر برای بیمار است و در این روش، انتقال خون اتولوگ بر انتقال خون آلوژنیک ارجحیت دارد. این روش (Multi Modal) چند وجهی دارای اصول متعددی در دوران قبل، حین و بعد از عمل جراحی است که خون بیمار را به عنوان یک منبع حیاتی و با ارزش در نظر گرفته و آن را به درستی حفظ می‌کند (۱). این استراتژی یک رویکرد بیمار محور برای به حداقل رساندن خطرات انتقال خون و مراقبت بهتر از بیمارانی است که نیاز به تزریق خون دارند. PBM برنامه‌هایی را برای به حداقل رساندن از دست دادن خون، بهینه‌سازی تحمل بیمار در برابر کم خونی و جلوگیری از انتقال خون غیر ضروری در سراسر جهان ارائه کرده است (۲).

برنامه چند وجهی PBM، انتقال خون غیر ضروری را تا حد زیادی کاهش داده و در برخی بیمارستان‌ها اجرای برنامه PBM، بیشترین تأثیر را در کاهش مصرف فرآورده‌های خون داشته است (۳). تزریق غیر ضروری و بیش از حد خون و فرآورده‌های آن و مشکلات مرتبط با آن در مراقبت‌های بهداشتی قابل توجه است. تزریق بیش از حد و بی‌مورد خون یا فرآورده‌های خون در بیماران سبب افزایش واکنش‌ها و عوارض ناشی از انتقال خون (عوارض جانبی) می‌شود که می‌تواند از عوارض خفیف تا شدید متغیر باشد. همانند اضافه بار گردش خون مرتبط با تزریق (Transfusion-associated Circulatory : TACO)، آسیب ریوی حاد مرتبط با تزریق (TRALI)، واکنش‌های آلرژیک، واکنش‌های همولیتیک انتقال خون. تزریق بیش از حد و غیر ضروری می‌تواند سبب پیامدهای نامطلوب هم گردد و به طور بالقوه منجر به افزایش عوارض و مرگ و میر در موارد خاص شده و در نهایت هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی را افزایش می‌دهد. تزریق‌های غیر ضروری منجر به افزایش هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی می‌شود بدون آن که دارای مزایایی برای بیمار باشد. علاوه بر آن که استفاده نامناسب از خون بر منابع بانک خون فشار آورده و به طور بالقوه سبب کمبود برای بیمارانی می‌شود که واقعاً نیاز به تزریق خون

دارند (۵، ۴).

بنابر دلایل فوق انتقال خون غیر ضروری نه تنها تأثیر منفی بر وضعیت سلامت بیماران دارد، بلکه بر هزینه‌ها و بودجه سیستم مراقبت‌های بهداشتی هم بسیار اثرگذار است (۶). یک مطالعه مروری گذشته‌نگر مشاهده‌ای، شیوه‌های انتقال خون طی سال‌های ۲۰۱۸-۲۰۱۲ را بررسی کردند و مشخص شد که تنها ۸/۲ درصد از بیماران، واحدهای غیر ضروری دریافت نکرده‌اند و ۴۵/۴ درصد از آن‌ها تزریق RBC غیرضروری داشتند (۷). یک رویکرد برنامه‌ریزی شده برای PBM و استفاده از روش‌های مدیریت خون بیمار همراه با بهبود پیامد بیماران، کاهش در تزریق خون غیرضروری و صرفه جویی در هزینه‌ها و نتایج اقتصادی آن بوده است (۸-۱۰). پس از اجرای موفقیت‌آمیز برنامه حفاظت از خون در سال ۱۹۹۰ در یکی از بیمارستان‌های خصوصی ایالتی، در سال ۲۰۰۸، وزارت بهداشت استرالیای غربی پروژه‌ای ۵ ساله را برای اجرای یک برنامه جامع و پایدار سیستم سلامت در سراسر جهان آغاز کرد که نتیجه اجرای این برنامه مدیریت خون بیمار در استرالیای غربی، منجر به کاهش ۴۱ درصدی مصرف فرآورده‌های خونی شد و صرفه‌جویی در هزینه‌های فرآورده‌های خونی را ۵۱۸ میلیون دلار استرالیا (۱۱۸ میلیون دلار آمریکا) برآورد نمود (۱۲). در مطالعه دیگری نشان داده‌اند که PBM در کاهش فرآورده‌های خونی غیرضروری با صرفه‌جویی در هزینه کل ۲/۱ میلیون دلار آمریکا طی ۶ سال (۲۰۱۹-۲۰۱۴) موفق بوده است (۱۳). به این جهت روش‌های PBM را برای کشورهایی که منابع مالی و زیرساخت‌های محدودی دارند ضروری دانسته‌اند (۱۴).

هدف از این مطالعه، بررسی و ارزیابی تغییرات ایجاد شده در هزینه‌های آزمایش‌های پیش از تزریق خون و فرآورده‌های مصرف شده خون در سال‌های پس از استقرار مدیریت خون بیمار در یک بیمارستان ریفرال در تهران بود.

مواد و روش‌ها

مطالعه مقطعی در یک بیمارستان ریفرال در تهران با ۲۶۱ تخت بیمارستانی فعال و دارای بخش‌های مختلف (همانند قلب، جراحی قلب، جراحی عمومی و مراقبت‌های

ویژه، داخلی و جراحی) در بازه زمانی اردیبهشت ۱۳۹۴ تا بهمن ۱۳۹۶ اجرا گردید. میزان هزینه خون و فرآورده‌های مصرفی و هزینه‌های آزمایش‌های تعیین گروه خون، کراس‌مچ برای تزریق خون و گرم کردن (ذوب) پلاسما بررسی گردید. تمامی اطلاعات مربوط به بازه زمانی فوق در این مطالعه به صورت نمونه‌گیری سرشماری از بانک خون بیمارستان جمع‌آوری گردید. برنامه آموزش PBM در سال ۹۴ اجرا و سپس مدیریت خون بیمار به صورت زیر استقرار یافت. پس از گفتگو با متخصصان مختلف از جمله متخصصان بیهوشی، جراحان عمومی، جراحان قلب، قلب و عروق و متخصصین داخلی در کمیته انتقال خون، تصمیم به اجرای PBM در بیمارستان گرفته شد و پیشنهاد پژوهش به کمیته تحقیقات مؤسسه عالی تحقیقات و آموزش انتقال خون، تهران، ایران ارسال شد. سپس دو بار مورد بازنگری قرار گرفت. مراحل اجرای PBM به شرح زیر بود:

مرحله اول به جمع‌آوری داده‌ها و نظارت بر تزریق خون در بخش‌های مختلف از جمله اتاق عمل، بخش‌های مختلف قلب، جراحی قلب، جراحی عمومی و مراقبت‌های ویژه اختصاص داشت. از آنجایی که روش‌های انتقال خون در مراکز مختلف و پزشکان آن‌ها متفاوت است، نظارت و ممیزی بر روند موجود در بیمارستان ضروری بود. این ممیزی شامل ارزیابی تزریق ایمن خون و میزان مصرف گلبول‌های قرمز (RBC)، پلاسما (پلاسمای تازه منجمد (FFP)، کرایو پرسیپیتیت) و مصرف پلاکت (کنسانتره پلاکت، پلاکت فرزیس) در بخش‌های مختلف بود. این فرآیند در بخش‌های مختلف بیمارستان به صورت دستی و ماهانه و در آزمایشگاه با نرم‌افزار انجام شد.

مرحله دوم بر سیاست‌های بیمارستانی، سازماندهی کمیته انتقال خون و تصویب دستورالعمل‌های تزریق خون متمرکز بود. در این راستا چالش‌های اصلی در اجرای PBM عدم وجود دستورالعمل تزریق خون و عدم ارتباط کارکنان و پزشکان بود، بدین منظور بر تشکیل کمیته بیمارستانی تأکید گردید. هدف از تشکیل جلسات کمیته انتقال خون این بود که همکاری بین گروه‌های مختلف پزشکی افزایش یافته و دستورالعملی برای تزریق خون نوشته شود. هم‌چنین برنامه MSBOS (جداول حداکثر

درخواست خون برای اعمال جراحی الکتیو)، تشخیص و درمان کم خونی قبل از جراحی، مدیریت درمان ضد پلاکتی و ضد انعقاد در بیماران و نحوه جایگزینی آن به ضد انعقاد ایمن در دوره قبل از عمل، به ویژه در جراحی قلب، دستورالعمل نحوه تجویز و درخواست فرآورده‌های خون و روش‌های انتقال خون اتولوگ در کمیته انتقال خون تدوین و مصوب گردید.

مرحله سوم، آموزش تئوری مدیریت خون بیمار از جنبه‌های مختلف، سه رکن مدیریت خون بیمار (PBM) و جایگزین‌های خون در طی چهار کنفرانس و سمپوزیوم متوالی بود.

مرحله چهارم بر مدیریت خون بیمار قبل از عمل و درمان کم خونی متمرکز بود. از سال‌ها قبل، در بیمارستان کلینیک بیهوشی وجود داشت. در ابتدای اجرای استقرار مدیریت خون بیمار، "کلینیک کم خونی" نیز برای تشخیص و درمان بیماران آنمیک (کم خون) قبل از عمل ایجاد شد. بیماران به دو دسته غیرآنمیک و آنمیک شامل تالاسمی ماژور و مینور و اختلالات خونریزی‌دهنده مانند هموفیلی تقسیم شدند. بیماران بدون اختلالات خونریزی بعد از کسب رضایت‌نامه در مطالعه وارد شدند.

مرحله پنجم شامل ارجاع بیماران به اتاق مشاوه قبل از بیهوشی، انتخاب دارو و روش بیهوشی و انتخاب روش اتولوگ مناسب برای بیماران بود. مرحله ششم بر روی دوره حین عمل جراحی به ویژه در بخش جراحی قلب متمرکز بود. اصول اصلی اجرای PBM حین عمل شامل اجتناب از همودیلوشن در گردش خون خارج از بدن (ECC یا پمپ بای‌پس قلبی - ریوی)، کاهش حجم اولیه بای‌پس قلبی - ریوی (CPB)، استفاده از پمپ بای‌پس قلبی ریوی با پوشش هپارین، استفاده از دستورالعمل‌های هپارین و اجتناب از هیپوترمی شدید (بجز در توقف کامل گردش خون) بودند. در این مرحله از روش‌های انتقال خون اتولوگ مانند دستگاه سل سیور cell saver، همودیلوشن حاد نورمولمیک (ANH) و عوامل هموستاتیک مانند آنتی فیبرینولیتیک‌ها همانند ترانس‌آمین استفاده شد (۸). این مطالعه مقطعی طی سال اجرای مدیریت خون بیمار و پس از آن انجام شد و سپس هزینه‌های فرآورده‌های خون

(شامل RBC، پلاسما و پلاکت) تزریق شده و هزینه آزمایش‌های تعیین گروه خون، کراس‌مچ و هزینه گرم کردن (ذوب) پلاسما در بانک خون بیمارستان مورد ارزیابی قرار گرفت. اطلاعات مورد نیاز از بانک خون بیمارستان جمع‌آوری و مصرف فرآورده‌های خون سالانه در چک‌لیست‌های مخصوص از بخش‌ها جمع‌آوری و ثبت شد. میزان خون و فرآورده‌های (گلبول قرمز، پلاسما و پلاکت) تزریق شده در کل بیمارستان مطابق مبلغ تعرفه‌های خدمات آزمایشگاهی سال ۱۳۹۵، بررسی شد. (با توجه به مصوبه هیئت دولت و ساماندهی خدمات سازمان انتقال خون از نیمه دوم سال ۹۴ تعرفه‌گذاری فرآورده‌های خون اجرایی گردید). مطابق راهنمای تعرفه‌های خدمات تشخیصی و درمانی سال ۱۳۹۵ (<https://www.iaclld.com>)، میزان تعرفه دولتی در بانک خون و هزینه به ازای هر واحد گلبول قرمز ۳۲۳۴۰ تومان، هر واحد پلاسما ۲۰۳۲۸ تومان برابر با ۲۰۳۲۸۰ ریال و هر واحد پلاکت راندوم ۲۳۱۰۰ تومان برابر با ۲۳۱۰۰۰ ریال در نظر گرفته شد. هزینه انجام آزمایش‌های کراس‌مچ، تعیین گروه خون و ذوب پلاسما نیز مطابق تعرفه دولتی خدمات تشخیصی و درمانی در هر سال مورد بررسی در نظر گرفته شد. میزان مصرف گلبول قرمز متراکم و خون کامل و آزمایش کراس‌مچ (سازگاری)، میزان مصرف پلاسما و هزینه ذوب آن در بیمارستان برای دوره قبل از PBM یعنی سال ۱۳۹۴ و دوره پس از PBM یعنی سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ جمع‌آوری و هزینه‌های آن بررسی شد. شاخص‌های میانگین، انحراف معیار، کمترین و بیشترین مقدار و مجموع برای هر یک از متغیرهای هدف پژوهش جمع‌آوری شد. برای مقایسه از آزمون‌های اندازه‌های تکراری فریدمن (بررسی روند سه ساله) و آزمون رتبه علامت‌دار ویلکاکسون (بررسی روند دو ساله) استفاده شد. تمامی تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ ارزیابی شد. سطح معناداری آماری در این مطالعه به میزان ۵ درصد در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

تعداد بیمار نیازمند به خون و فرآورده در سال ۹۴ تا ۹۶

به ترتیب ۲۱۰۰، ۱۶۱۴ و ۹۹۴ بیمار بودند. در سال ۱۳۹۴ میانگین هزینه برای خون کامل 748581 ± 5768456 ریال بود که با توجه به عدم مصرف خون کامل از سال ۱۳۹۵ و بعد از استقرار PBM، این مبلغ به صفر رسیده و صرفه‌جویی شد. اگر هزینه خون کامل و گلبول قرمز متراکم با هم در نظر گرفته شود، هر دو کاهش فاحشی پیدا کرد و اگر به صورت جداگانه در نظر بگیریم، این کاهش تغییرات در میزان هزینه گلبول قرمز نیز دیده می‌شود (جدول و نمودار ۱). میانگین هزینه گلبول قرمز تزریق شده در بیمارستان در سال ۱۳۹۴ به میزان 209336820 ریال بود و در سال اول بعد از استقرار به 185857980 ریال و در سال ۱۳۹۶ میانگین هزینه با $71/2\%$ کاهش به میانگین 53494250 ریال رسید. در واقع از سال ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۶ میانگین هزینه گلبول قرمز متراکم کاهش معناداری نشان داد و از سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۶ نیز به میزان معناداری کاهش پیدا کرد (جدول ۱ و نمودار ۲) ($p < 0/001$). میانگین هزینه پلاسما در سال ۱۳۹۴ و قبل از استقرار 95155368 ریال بود که در سال بعد از استقرار PBM با $79/1\%$ کاهش، میانگین به میزان 19880784 ریال رسید و در سال ۹۶ با 57% کاهش نسبت به سال قبل‌تر به میزان 8537760 ریال رسید. هم‌چنین میزان هزینه پلاسما از سال ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۶ به میزان معناداری کاهش یافت و بیشترین کاهش معنادار از سال ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۵ دیده شد (جدول ۱ و نمودار ۱) ($p < 0/001$).

درخصوص هزینه پلاکت در سال ۱۳۹۴، اطلاعات آن گزارش نشد و میانگین هزینه پلاکت از سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۶ کاهش معناداری نشان نداد ($p = 0/047$) (جدول ۱).

درخصوص خدمات آزمایشگاهی دربانک خون نیز در سال اول 7944 کراس‌مچ برای 2100 بیمار نیازمند خون صورت گرفت که هزینه کراس‌مچ و تعیین گروه خون مطابق با تعرفه سال ۹۴ برابر با 440885916 ریال، در سال دوم برای 1614 بیمار نیازمند خون، هزینه کراس‌مچ برابر با 403385832 ریال و هزینه کراس‌مچ و تعیین گروه خون برابر با 452582592 ریال مطابق تعرفه سال ۹۵ به دست آمد. در سال سوم برای 994 بیمار مطابق تعرفه سال ۹۶، هزینه کراس‌مچ 175366016 ریال و هزینه کراس‌مچ و

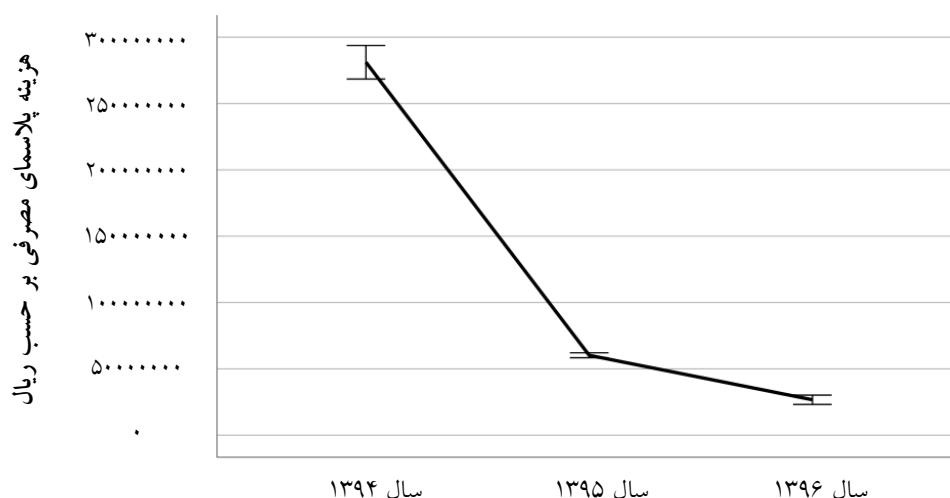
تعیین گروه خون برابر با ۲۰۸۴۸۶۰۹۶ ریال گزارش شد. هزینه گرم کردن (ذوب) پلاسما و آماده‌سازی آن در سال اول ۵۰۵۹۴۵۴۴ ریال، سال دوم به ۱۰۸۴۴۰۶۴ و سال سوم به ۵۵۸۸۳۵۲ ریال کاهش یافت. نتایج نشان می‌دهد که علی‌رغم افزایش سالانه میزان تعرفه خدمات تشخیصی و درمانی دولتی مجموع هزینه‌های انجام کراس‌مچ و تعیین

گروه خون از سال ۱۳۹۵ به ۱۳۹۶، ۵۳/۹٪ و از سال ۱۳۹۴ نسبت به سال ۱۳۹۶ به میزان ۵۲/۷٪ کاهش یافت. کل هزینه‌های خدمات آزمایشگاهی بانک خون شامل هزینه‌های انجام کراس‌مچ و تعیین گروه خون و ذوب پلاسما از سال ۹۴ به ۹۵، ۵/۷٪ کاهش و از سال ۹۵ به ۹۶، ۵۳/۸٪ کاهش یافت (جدول ۲).

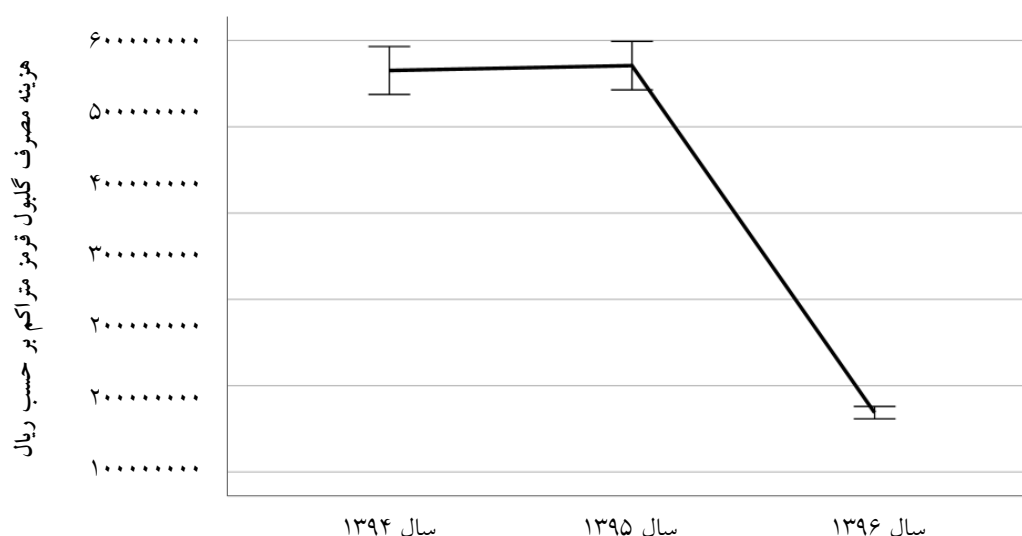
جدول ۱: خلاصه اطلاعات هزینه فرآورده‌های خون شامل خون کامل، گلبول قرمز متراکم، پلاسما و پلاکت از سال ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۶

هزینه پلاکت مصرفی		هزینه پلاسمای مصرفی (ریال)	هزینه گلبول قرمز متراکم (ریال)
سال ۱۳۹۴	میانگین	عدم وجود گزارش	۹۵۱۵۵۳۶۸
	انحراف معیار	عدم وجود گزارش	۱۶۵۸۰۱۵۳
	کمترین مقدار	عدم وجود گزارش	۵۷۷۳۱۵۲۰
	بیشترین مقدار	عدم وجود گزارش	۱۲۴۸۱۳۹۲۰
سال ۱۳۹۵	میانگین	۱۹۸۱۱۴۸۴	۱۸۵۸۵۷۹۸۰
	انحراف معیار	۷۰۱۷۴۹۰	۱۵۲۲۸۹۱۶
	کمترین مقدار	۷۸۵۴۰۰۰	۱۳۲۵۹۴۰۰۰
	بیشترین مقدار	۳۱۶۴۷۰۰۰	۲۳۵۷۵۸۶۰۰
سال ۱۳۹۶	میانگین	۱۱۸۵۸۰۰۰	۸۵۳۷۷۶۰
	انحراف معیار	۲۶۷۷۰۰۱	۳۳۹۸۲۱۰
	کمترین مقدار	۵۵۴۴۰۰۰	۲۶۴۲۶۴۰
	بیشترین مقدار	۳۱۶۴۷۰۰۰	۱۶۲۶۲۴۰۰
معناداری p		* ۰/۰۷۴	** <۰/۰۰۱
			** <۰/۰۰۱

* Wilcoxon Signed-Rank Test
** Friedman Test



نمودار ۱: میانگین هزینه پلاسمای مصرفی در بیمارستان به تفکیک سال



نمودار ۲: میانگین هزینه گلبول قرمز متراکم مصرف شده در بیمارستان به تفکیک سال

جدول ۲: خلاصه اطلاعات هزینه خدمات آزمایشگاهی شامل کراس میچ و ذوب پلاسما از سال ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۶

مجموع هزینه های خدمات آزمایشگاهی در بانک خون (ریال)	مجموع هزینه های کراس میچ و تعیین گروه خون در بانک خون (ریال)	هزینه ذوب پلاسما (ریال)	تعداد کل پلاسمای مصرفی	
۴۹۱۴۸۰۴۶۰	۴۴۰۸۱۵۹۱۶	۵۰۵۹۴۵۴۴	۴۵۶۳	سال ۱۳۹۴
۴۶۳۴۲۶۶۵۶	۴۵۲۵۸۲۵۹۲	۱۰۸۴۴۰۶۴	۹۷۸	سال ۱۳۹۵
۲۱۴۰۷۴۴۴۸	۲۰۸۴۸۶۰۹۶	۵۵۸۸۳۵۲	۵۰۴	سال ۱۳۹۶
۵/۷	-	۷۸/۵۷	۷۸/۵۷	میزان کاهش از ۱۳۹۴ به ۱۳۹۵ (درصد)
۵۳/۸	۵۳/۹	۴۸/۴۷	۴۸/۴۷	میزان کاهش از ۱۳۹۵ به ۱۳۹۶ (درصد)

بحث

در سال اول بعد از استقرار PBM، میانگین هزینه گلبول قرمز تزریق شده در بیمارستان در سال ۱۳۹۴ به میزان ۲۰۹۳۳۶۸۲۰ ریال بود و در سال اول بعد از استقرار به ۱۸۵۸۵۷۹۸۰ ریال رسید و در سال ۱۳۹۶ میانگین هزینه با ۷۱/۲٪ کاهش به میانگین ۵۳۴۹۴۲۵۰ ریال رسید ($p < 0.001$).

میانگین هزینه پلاسما در سال ۱۳۹۴ و قبل از استقرار ۹۵۱۵۵۳۶۸ ریال بود که در سال بعد از استقرار PBM با ۷۹/۱٪ کاهش، میانگین به میزان ۱۹۸۸۰۷۸۴ ریال رسید و

در سال ۹۶ با ۵۷٪ کاهش نسبت به سال قبل تر به میزان ۸۵۳۷۷۶۰ ریال رسید ($p < 0.001$).

در مطالعه میبوه و همکاران، میزان صرفه جویی هزینه در مدیریت خون بیمار با استفاده از درمان کم خونی، یا سل سیور و ترانس آمین (TXA) به ازای هر بیمار ۱۲۹/۰۴ یورو بود. همچنین، PBM با کاهش میزان تزریق خون و تعداد روز بستری بیمار در بیمارستان همراه بود و منجر به صرفه جویی ۱۵۰/۶۴ یورو برای هر بیمار شد و بازده کلی سرمایه گذاری در جهت به کارگیری PBM در بیمارستان ۲۱/۶۰ یورو به ازای هر بیمار جراحی بود. تجزیه و تحلیل

حساسیت احتمالی با شبیه‌سازی تکراری ۱۰۰۰۰۰ بار، استحکام نتایج هزینه - فایده به کارگیری مدیریت خون بیمار را تایید کرد. در شبیه‌سازی مونت کارلو، صرفه‌جویی در هزینه با کاهش میزان انتقال خون و LOS از هزینه‌های مداخلات PBM در حدود ۳/۲ از تمام تکرارها بیشتر شد. بنابراین، سود کل ۱۸۷۸۰۰۰ یورو در ۱۰۰۰۰۰ بیمار شبیه‌سازی شده بود (۱۵). با توجه به آن که آن‌ها از داده‌های یک برنامه PBM استفاده کردند که هر سه ستون PBM را پوشش می‌داد، تجزیه و تحلیلشان نمی‌تواند نشان دهد که کدام روش PBM مقرون به صرفه‌تر است. آن‌ها توصیه نمودند که پزشکان و سیاست‌گذاران باید تلاش‌های خود را بر پذیرش اولیه چارچوب سه رکن اصلی مدیریت خون بیمار شامل تشخیص و درمان کم خونی (رکن اول)، استقرار هر استراتژی برای کاهش از دست دادن خون و خونریزی در بیمار توسط روش‌های اتولوگ از جمله ریکآوری سلول‌های قرمز، استفاده از عوامل آنتی‌فیبرینولیتیک (ستون دوم) و رعایت آستانه‌های سخت‌گیرانه انتقال خون (ستون سوم) متمرکز کنند. تا به حال، مطالعه‌های اندکی تجزیه و تحلیل هزینه - فایده از معیارهای منفرد از جمله هزینه‌های مواد و پرسنل را انجام داده‌اند (۱۵). در مطالعه ما نیز تنها میزان هزینه فرآورده‌های خون مصرفی و تعرفه خدمات آزمایشگاهی در بانک خون بیمارستان در نظر گرفته شد.

کالوت و همکارانش هزینه‌ها را در استراتژی‌های مختلف درمان آهن با هم مقایسه کردند و مشاهده نمودند هزینه‌ها بعد از درمان بیماران با آهن، کاهش پیدا کردند که به دلیل کاهش زمان بستری بیماران در بیمارستان و کنترل بهتر کم خونی و احتمالاً کاهش عوارض بود (۱۶). علاوه بر این، فروسلر و همکاران در یک مطالعه دیگر مزایای هزینه درمان آهن در بیماران آنمیک نیازمند جراحی در یک جمعیت آلمانی را گزارش کردند و نتیجه گرفتند که تجویز آهن و سایر اقدامات درمانی در این بیماران پس از عمل جراحی، باعث صرفه‌جویی در هزینه بیمارستان (۷۸۶ یورو در هر مورد) به دلیل کاهش تزریق خون و کاهش مدت بستری بیمار در بیمارستان پس از جراحی انتخابی شکم می‌شود (۱۷).

مدل‌سازی هزینه در مطالعه درآیینسکیت و همکاران نشان می‌دهد که اجرای PAMs (اقدامات کم خونی قبل از عمل جراحی) به بهبود درمان آنمی فقر آهن و تأثیر آن برای بیماران تحت عمل جراحی انتخابی کمک می‌کند. مزایای مثبت بیشتری هم برای درمان بیماران مبتلا به آنمی فقر آهن و میزان دریافت گلبول قرمز متراکم در آن‌ها دیده شده، احتمالاً به این دلیل که این بیماران با مجموعه کاملی از خطرات مرتبط با کم خونی فقر آهن قبل از عمل و تزریق RBC روبرو هستند. بیماران مبتلا به کم خونی فقر آهن یکی از پرهزینه‌ترین موارد برای سیستم‌های درمانی هستند و مراقبت‌های بهداشتی مرتبط نشان داده‌اند که آن‌ها بار قابل توجهی را بر سیستم‌های مراقبت بهداشتی تحمیل می‌کنند. بنابراین، معرفی یک رویکرد مدیریت بالینی که این بار را کاهش دهد، مزایایی را هم برای سیستم مراقبت‌های بهداشتی و هم برای بیمار دارد. سایر اقدامات PBM برای کاهش خطر در بیمار، مانند اجتناب از خونریزی، کاهش تزریق غیر ضروری خون در حین و بعد از عمل جراحی و تزریق خون، برای تعیین کمیت صرفه‌جویی در هزینه‌ها، مدل‌سازی نشده است. با این حال، پیش‌بینی می‌شود که اثرات هزینه و سود اضافی که می‌توان با این اقدامات در بیماران کم خون به دست آورد، کاملاً تأثیرگذار باشد. آن‌ها در مقاله‌شان نشان دادند که صرفه‌جویی در هزینه کلی برای سیستم مراقبت‌های بهداشتی آلمان پس از اجرای PAM برای بیماران تحت عمل جراحی انتخابی قابل توجه خواهد بود و برای سال ۲۰۱۵، محاسبه شد که صرفه‌جویی در هزینه خالص ۱۰۲۹ میلیون یورو، معادل تقریباً ۱/۵۸٪ از کل بودجه بیمارستان ملی آلمان می‌تواند باشد (۶). البته نتایج تجزیه و تحلیل حساسیت نشان می‌دهد که وقتی یک سناریو حداکثر در نظر گرفته می‌شود، پس‌انداز و صرفه‌جویی می‌تواند به ۲۵۴۷ میلیون یورو (۳/۹۰٪ از بودجه بیمارستان) برسد. صرفه‌جویی در هزینه خالص شامل هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم است. صرفه‌جویی در هزینه‌های مستقیم شامل هزینه کمتر برای مراقبت از بیمار و کاهش میزان عوارض در بیمار منجر به کاهش هزینه‌های مستقیم درمان می‌شود، به عنوان مثال هزینه‌های کمتر پرسنل و استفاده کمتر از

کاهش میزان تزریق خون بودیم و اولین صرفه جویی در میزان هزینه‌های خون کامل و پلاسما دیده شد و سپس هزینه‌های مربوط به گلبول قرمز متراکم کاهش یافت.

وارنر و همکاران داده‌های مشاهده‌ای را از یک مطالعه هشت ساله برای حمایت از اجرای موفقیت‌آمیز PBM در یک مرکز پزشکی دانشگاهی بزرگ ایالات متحده بدون شواهدی از آسیب به بیمار منتشر کردند. داده‌های آن‌ها که شامل ۴۰۰۹۹۸ پذیرش می‌شد، کاهش ۳۳ درصدی تزریق آلژونیک به ازای هر ۱۰۰۰ پذیرش، کاهش خطر مطلق برای انتقال خون به میزان ۶٪ و کاهش ۲۲ درصدی در میزان انتقال خون بیش از پیش‌بینی را نشان داد (۱۹). در مطالعه مانیز میزان هزینه گلبول قرمز متراکم ۷۱/۲٪ کاهش و هزینه پلاسما در سال اول بعد از استقرار مدیریت خون بیمار ۷۹/۱٪ کاهش و در سال دوم ۵۷٪ کاهش یافت.

از یک سو تزریق بیش از حد خون و فرآورده‌های آن ممکن است پیامد بیماران را بهبود نبخشد و به طور بالقوه منجر به افزایش عوارض و مرگ و میر در بیمار شود (۵). از سویی دیگر مدیریت خون بیمار (PBM) تقریباً برای تمام جمعیت بیماران پزشکی و جراحی، زنان باردار و افراد مبتلا به کم خونی یا بیمارانی که خونریزی دارند، پیامد را به طور قابل توجهی بهبود می‌بخشد و هم‌چنین مزایای مالی زیادی برای بیمارستان‌ها و بیماران دارد (۲۰).

سازمان بهداشت جهانی (WHO) در خلاصه سیاست اخیر خود از ۱۹۴ کشور عضو خود خواست تا به سرعت و قاطعانه برای اتخاذ سیاست‌های ملی PBM اقدام کنند. اولاً فوریت در اجرای PBM از منظر اقتصاد سلامت است. برای سال‌های متمادی، رشد هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی از رشد اقتصادی، به ویژه در جوامع پیر، پیشی گرفته است. با توجه به نیازهای اقتصادی رقابتی، تداوم رشد نامتناسب در هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی مشاهده می‌گردد. بنابراین، لازمه رهبران و سیاست‌گذاران مراقبت‌های بهداشتی نه تنها محدود کردن نرخ هزینه‌های جاری نسبت به تولید ناخالص داخلی (GDP : Gross Domestic Product) بلکه بهبود همزمان بهره‌وری، کیفیت، ایمنی مراقبت از بیمار و وضعیت سلامت جمعیت است. دوماً در حالی که PBM این الزامات را در مقیاسی استثنایی

مواد و صرفه‌جویی در تزریق کیسه‌های خون، هم‌چنین صرفه‌جویی در هزینه‌های اضافی شامل کاهش هزینه روزه‌های درمان و کاهش ضریب اشغال ظرفیت تخت بیمارستان می‌شود تا تخت‌های بیمارستانی به بیماران نیازمند دیگری تخصیص یابد. از سویی دیگر کاهش ضریب اشغال تخت‌های بیمارستانی هم می‌تواند میزان بار صندوق‌های بیمه سلامت و کارکنان بیمارستان را کاهش دهد. بنابراین آن‌ها نتیجه گرفتند که اجرای PBM می‌تواند هزینه‌های درمان بیمارستانی را به طور مستقیم و غیر مستقیم کاهش دهد و در عین حال مراقبت از بیمار را بهبود بخشد. نتایج آن‌ها نشان داد که صرفه‌جویی در هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم تا حدودی شبیه است (صرفه‌جویی در هزینه مستقیم ۵۳۶ میلیون یورو، صرفه‌جویی در هزینه غیر مستقیم ۵۰۳ میلیون یورو) (۶). در مطالعه ما نیز میزان هزینه‌های مستقیم مرتبط با تزریق خون و پلاسما و خدمات آزمایشگاهی مرتبط با آن‌ها (علی‌رغم افزایش تعرفه سالانه خدمات آزمایشگاهی) در سال‌های متوالی به تدریج کاهش یافت ولی هزینه‌های غیر مستقیم در بیمارستان و هزینه پرسنلی در نظر گرفته نشد.

با تمرکز بر آموزش و استفاده کارآمد از منابع موجود، اجرای دستورالعمل‌های مبتنی بر شواهد و پرورش فرهنگ بین رشته‌ای استفاده مسئولانه از خون، یک بیمارستان می‌تواند اقدامات PBM را بدون بودجه اختصاصی اجرا کند. همان‌گونه که مطالعه دینگ ونوو و همکاران نیز به این مطلب اذعان داشته‌اند و تایید می‌کنند که اجرای موفقیت‌آمیز استراتژی‌های PBM بدون حمایت بودجه اختصاص یافته و برنامه PBM در یک بیمارستان آموزشی کوچک شهری هم قابل دستیابی است. آن‌ها در طی یک دوره هفت ساله نشان دادند که بهبودهای آماری معناداری در استفاده از گلبول قرمز رخ داد که با کاهش تعداد کلی واحدهای RBC تزریق شده، (نرخ تزریق خون در هر ۱۰۰۰ همراه بود. علاوه بر این، اجرای PBM منجر به صرفه‌جویی قابل توجهی در هزینه‌های آن‌ها شد. آن‌ها بیماران ترومایی و نوزادان را از مطالعه‌شان حذف کردند که شاید به کاهش بیشتری در مصرف خون و صرفه‌جویی در هزینه‌ها منجر شده باشد (۱۸). ما نیز در این مطالعه شاهد

برآورده می‌کند، پیشرفت و استقرار آن در دنیا به کندی صورت می‌گیرد. بنابراین، شناسایی و درک موانع اجرای گسترده PBM ضروری است. این چالش‌ها شامل ارائه مراقبت‌های ناشی از عملکرد نادرست سیستم‌های مراقبت بهداشتی، عدم هماهنگی در مراقبت از بیمار، درمان بیش از حد و استفاده از مراقبت‌های کم ارزش است. سایر موانع برای PBM، درک نادرست از PBM و الگوهای فرهنگی عمیقاً ریشه‌دار است. سوماً، درک این که چگونه شواهد، اقتصاد، و اخلاق می‌توانند به طور مؤثر برای ایجاد انگیزه در ذینفعان برای بر عهده گرفتن نقش‌ها و مسئولیت‌های مربوطه و پیروی از فراخوان فوری برای اجرای PBM به عنوان یک استاندارد مراقبت استفاده شوند، مهم است (۲۰).

محدودیت‌های مطالعه:

در این مطالعه تنها یک پیامد شامل میزان هزینه خون و فرآورده‌های مصرفی و خدمات آزمایشگاهی مرتبط با آن در نظر گرفته شد. از محدودیت‌های این مطالعه عدم بررسی هزینه فایده این استراتژی درمانی و در نظر گرفتن هزینه درمان آنمی و سایر داروهای مصرفی برای بیمار و استفاده از دستگاه سل سیور و ست مصرفی آن و عدم بررسی سایر پیامدهای بیماران (همانند کاهش میزان عوارض تزریق خون و میزان مرگ و میر بیماران) و میزان روز بستری در بیمارستان است.

نتیجه‌گیری

در سال اول بعد از استقرار PBM، میانگین هزینه گلبول قرمز تزریق شده در بیمارستان در سال ۱۳۹۴ به میزان ۲۰۹۳۳۶۸۲۰ ریال بود و در سال اول بعد از استقرار به ۱۸۵۸۵۷۹۸۰ ریال رسید و در سال ۱۳۹۶ میانگین هزینه با ۷۱/۲٪ کاهش به میانگین ۵۳۴۹۴۲۵۰ ریال رسید. میانگین هزینه پلاسما هم در سال ۱۳۹۴ و قبل از استقرار ۹۵۱۵۵۳۶۸ ریال بود که در سال بعد از استقرار PBM با ۷۹/۱٪ کاهش، میانگین به میزان ۱۹۸۸۰۷۸۴ رسید و در

سال ۹۶ با ۵۷٪ کاهش نسبت به سال قبل‌تر به میزان ۸۵۳۷۷۶۰ ریال رسید. مجموع هزینه‌های خدمات آزمایشگاهی (شامل تعیین گروه خون، کراس‌مچ و ذوب پلاسما) از سال ۱۳۹۴ به ۱۳۹۵ به میزان ۵/۷٪ و از سال ۱۳۹۵ به ۱۳۹۶ به میزان ۵۳/۸٪ کاهش یافت. در نهایت می‌توان گفت استقرار و استفاده از مدیریت خون بیمار سبب کاهش هزینه‌ها می‌گردد و از نظر اقتصادی برای بیمارستان‌ها کاملاً مقرون به صرفه است.

حمایت مالی

این مطالعه با حمایت مالی مؤسسه عالی آموزشی و پژوهشی طب انتقال خون انجام شده است.

ملاحظات اخلاقی

این مقاله با کد اخلاق IR.TMI.REC.1394.1668 از کمیته اخلاق مؤسسه عالی آموزشی و پژوهشی طب انتقال خون مجوز گرفته است.

عدم تعارض منافع

نویسندگان اذعان می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض منافی وجود ندارد.

نقش نویسندگان

دکتر آیتا چگینی: طراحی مطالعه، نظارت بر طرح پژوهشی، نگارش اولیه، جمع‌آوری اطلاعات، تفسیر نهایی، ویرایش نهایی مقاله

دکتر علی جمالیان: نظارت بر طرح پژوهشی، جمع‌آوری اطلاعات، همکاری در نگارش مقاله
امیرحسین مقری: تجزیه و تحلیل اطلاعات، همکاری در نگارش مقاله

تشکر و قدردانی

نویسندگان از همکاری و زحمات ریاست محترم بیمارستان و ریاست محترم آزمایشگاه بیمارستان شهید دکتر لواسانی آقای دکتر احمدی و پرسنل بانک خون آن بیمارستان کمال تشکر را به عمل می‌آورند.

References:

- 1- WHO. Availability, safety, and quality of blood products. Sixty-third World Health Assembly; 2010. Available from: https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/wha63/a63_r12-en.pdf.
- 2- Leahy MF, Hofmann A, Towler S, Trentino KM, Burrows SA, Swain SG, *et al*. Improved outcomes and reduced costs associated with a health-system-wide patient blood management program: a retrospective observational study in four major adult tertiary-care hospitals. *Transfusion* 2017; 57(6): 1347-58.
- 3- Verdecchia NM, Wisniewski MK, Waters JH, Triulzi DJ, Alarcon LH, Yazer MH. Changes in blood product utilization in a seven-hospital system after the implementation of a patient blood management program: a 9-year follow-up. *Hematology* 2016; 21(8): 490-9.
- 4- Shander A, Hofmann A, Ozawa S, Theusinger OM, Gombotz H, Spahn DR. Activity-based costs of blood transfusions in surgical patients at four hospitals. *Transfusion* 2010; 50(4): 753-65.
- 5- Shander, A. Transfusion Overuse Exposing an International Problem and Patient Safety Issue. Available online: <https://www.sabm.org/assets/pdfs/SABM-Transfusion-Overuse-2019.pdf>
- 6- Drabinski T, Zacharowski K, Meybohm P, Ruger AM, de Arellano AR. Estimating the epidemiological and economic impact of implementing preoperative anaemia measures in the German healthcare system: the health economic footprint of patient blood management. *Adv Ther* 2020; 37(8): 3515-36.
- 7- Jadwin DF, Fenderson PG, Friedman MT, Jenkins I, Shander A, Waters JH, *et al*. Determination of unnecessary blood transfusion by comprehensive 15-hospital record review. *Jt Comm J Qual Patient Saf* 2023; 49(1): 42-52.
- 8- Freedman J, Luke K, Escobar M, Vernch L, Chiavetta JA. Experience of a network of transfusion coordinators for blood conservation (Ontario Transfusion Coordinators[ONTraC]). *Transfusion* 2008; 48: 237-50.19.
- 9- Meybohm P, Herrmann E, Steinbicker AU, Wittmann M, Gruenewald M, Fischer D, *et al*. Patient blood management is associated with a substantial reduction of red blood cell utilization and safe for patient's outcome: a prospective, multicenter cohort study with noninferiority design. *Ann Surg* 2016; 264: 203-11.
- 10- LaPar DJ, Crosby IK, Ailawadi G, Ad N, Choi E, Spiess BD, *et al*. Blood product conservation is associated with improved outcomes and reduced costs after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2013; 145: 796-803.
- 11- Farmer SL, Towler SC, Leahy MF, Hofmann A. Drivers for change: Western Australia Patient Blood Management Pro-gram (WA PBMP), World Health Assembly (WHA) and Advisory Committee on Blood Safety and Availability (ACBSA). *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2013; 27(1): 43-58.
- 12- Leahy MF, Hofmann A, Towler S, Trentino KM, Burrows SA, Swain SG, *et al*. Improved outcomes and reduced costs associated with a health-system-wide patient blood management program: a retrospective observational study in four major adult tertiary-care hospitals. *Transfusion* 2017; 57: 1347-58.
- 13- Wu DW, Friedman MT, Lombardi DP, Hwang R, Sender J, Cobaj V, *et al*. Impact of Patient Blood Management on Red Blood Cell Utilization in an Urban Community Teaching Hospital: A Seven-Year Retrospective Study. *Life* 2024; 14(2): 232.
- 14- Duarte GD, Fujita Neto FG, Marques Júnior JF, Langhi DM. Implementation of a patient blood management program based on a low-income country-adapted clinical decision support system. *Hematol Transfus Cell Ther* 2022; 44: 374-8.
- 15- Meybohm P, Straub N, Füllenbach C, Judd L, Kleinerüschkamp A, Taeuber I, *et al*. Health economics of Patient Blood Management: a cost-benefit analysis based on a meta-analysis. *Vox Sang* 2020; 115(2): 182-8.
- 16- Calvet X, Gené E, ÀngelRuiz M, Figuerola A, Villoria A, Cucala M, *et al*. Cost-minimization analysis favours intravenous ferric carboxymaltose over ferric sucrose or oral iron as preoperative treatment in patients with colon cancer and iron deficiency anaemia. *Technol Health Care* 2016; 24: 111-20.
- 17- Froessler B, Rueger AM, Connolly MP. Assessing the costs and benefits of perioperative iron deficiency anemia management with ferric carboxymaltose in Germany. *Risk Manag Healthc Policy* 2018; 11: 77-82.
- 18- Wu DW, Friedman MT, Lombardi DP, Hwang R, Sender J, Cobaj V, *et al*. Impact of Patient Blood Management on Red Blood Cell Utilization in an Urban Community Teaching Hospital: A Seven-Year Retrospective Study. *Life* 2024; 14(2): 232.
- 19- Warner MA, Schulte PJ, Hanson AC, Madde NR, Burt JM, Higgins AA, *et al*. Implementation of a Comprehensive Patient Blood Management Program for Hospitalized Patients at a Large United States Medical Center. *Mayo Clin Proc* 2021; 96: 2980-90.
- 20- Hofmann A, Shander A, Blumberg N, Hamdorf JM, Isbister JP, Gross I. Patient blood management: improving outcomes for millions while saving billions. what is holding it up? *Anesth Analg* 2022; 135(3): 511-23.