ORIGINAL ARTICLE

Cost-Effectiveness of Rituximab Versus Bortezomib in Kidney Transplant Patients

Yadgar Rashidi[1]
Abasat Mirzaei[2]
Peivand Ghasemzadeh[3]
Hamidreza Gholamrezaei[4]

[1] Department of Pharmacy, Faculty of Pharmacy, Tehran Medical Science, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[2] Department of Health Care Management, Faculty of Health, Tehran Medical Science, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[3] Department of Pharmacoeconomics and Pharmaceutical Management, Faculty of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[4] Department of Urology, Faculty of Medicine, Tehran Medical Science, Islamic Azad University, Tehran, Iran

(Received November 21, 2023; Accepted May 25, 2024)

Abstract

Background and purpose: Kidney transplantation is still the most important and main treatment for advanced kidney failure. However, some patients reject the transplant through an immune system reaction. Improvement of immunosuppression with drugs such as rituximab and bortezomib allows these patients to be eligible for transplantation. This study aims to determine the cost-effectiveness of rituximab versus bortezomib in kidney transplant patients at Farhikhtegan Hospital, Tehran.

Materials and methods: The target statistical population in this research was inpatients receiving rituximab and bortezomib in 2022 in Farhikhtegan Hospital. Rituximab with a minimum dose of 375 mg/m2 was administered one day before transplantation. Bortezomib was administered at a dose of 1.3 mg/m2 on four occasions (usually days 1, 4, 8, and 11). The indicators related to the calculation of the cost of the disease and the parameters indicating the effectiveness were determined through library studies and interviews with experts, and finally, the aforementioned information was collected through the examination of the patient's records (hospital database). Cost indicators include the cost of a physician visit (first day, second day, general practitioner, emergency department, discharge day), medicine (main medicine, complementary medicine), hospital hoteling (nursing services, consumables, bed, radiology, ECG, critical care, physiotherapy, preparation of nutrition formulary, examination, and burial permit) and tests (all tests necessary to evaluate and monitor the patient). Efficacy indices included IgG class I, IgG class II, IgM class I, and IgM class II. The data analysis was conducted by SPSS software.

Results: 77 kidney transplant patients including 53 treated with bortezomib and 24 receiving rituximab with an average age of 41.01±8.50 years were studied. Our findings showed that the average cost of the bortezomib group was 19,548,230.86 tomans. Before taking bortezomib, the average level of class I and class II IgG was 68.16±6.34 and 67.11±4.96, respectively, which significantly decreased to 17.28±15.73 and 18.13±16.75 after treatment with bortezomib (P=0.000). The average IgM class I and class II before taking medicine were 5.69±1.30 and 5.54±0.95, respectively, which reached 5.43±0.79 and 5.13±0.39 after taking Bortezomib, respectively. This decrease was significant for IgM class II (P=0.000), but not significant for IgM class I (P=0.223). In patients receiving rituximab, before taking the drug, the average level of class I and class II IgG was 71.66±7.86 and 67.83±4.53, respectively, which significantly decreased to 13.95±13.82 and 15.83±14.15 after treatment with rituximab (P=0.000). The average IgM class I and class II before taking rituximab was 5.70±1.23 and 5.45±0.97, respectively, after taking the drug, it decreased to 5.41±0.65 and 5.16±0.38, respectively, and this decrease was not statistically significant (P>0.05). The average cost of the rituximab group was 28,261,539.29 Tomans and caused a significant decrease in the average level of IgG class I and II. The incremental cost-effectiveness rate (ICER) was 1770997.65, which was lower than the threshold defined by WHO.

Conclusion: The results of our study showed that rituximab is cost-effective compared to bortezomib.

Keywords: cost-effectiveness, rituximab, bortezomib, kidney transplantation

J Mazandaran Univ Med Sci 2024; 34 (233): 84-95 (Persian).

Corresponding Author: Yadgar Rashidi - Faculty of Pharmacy, Tehran Medical Science, Islamic Azad University, Tehran, Iran. (E-mail: Yadegar877@gmail.com)

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-22]

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره سی و چهارم شماره ۲۳۳ خرداد سال ۱۴۰۳ (۹۵-۸۱۴)

بررسی هزینه اثربخشی ریتوکسیماب در مقایسه با بورتزومیب در بیماران پیوند کلیه

یادگار رشیدی[۱]
اباسط میرزائی[۲]
پیوند قاسم زاده[۳]
حمیدرضا غلامرضایی[۴]

چکیده

سابقه و هدف: پیوند کلیه همچنان مهم‌ترین و اصلی‌ترین درمان نارسایی پیشرفته کلیه می‌باشد. با این حال برخی از بیماران، پیوند کلیه را به وسیله واکنش سیستم ایمنی پس می‌زنند. بهبود سرکوب سیستم ایمنی با داروهایی مثل ریتوکسیماب و بورتزومیب به این بیماران اجازه می‌دهد که واجد شرایط پیوند باشند. این مطالعه با هدف تعیین هزینه- اثربخشی مصرف ریتوکسیماب در مقایسه با بورتزومیب در بیماران پیوند کلیه بیمارستان فرهیختگان تهران، انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه مقطعی گذشته نگر، جامعه آماری مورد نظر، بیماران بستری دریافت‌کننده ریتوکسیماب و بورتزومیب در طول سال ۱۴۰۱، در بیمارستان فرهیختگان بود. ریتوکسیماب با حداقل دوز ۳۷۵ mg/m^2 یک روز قبل از پیوند برای بیماران تجویز شد. بروتزومیب با دوز ۱/۳ mg/m^2 در چهار نوبت (معمولا روزهای ۱، ۴، ۸ و ۱۱) برای بیماران تجویز گردید. شاخص‌های مرتبط با محاسبه هزینه بیماری و پارامترهای تعیین‌کننده اثربخشی از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه با خبرگان تعیین شد و در نهایت اطلاعات مذکور از طریق بررسی پرونده بیماران (بانک اطلاعاتی بیمارستان) جمع‌آوری گردید. شاخص‌های هزینه شامل هزینه ویزیت پزشک (روز اول، روز دوم، پزشک عمومی، بخش اورژانس، روز ترخیص)، دارو (داروی اصلی، داوری مکمل)، هتلینگ بیمارستان (خدمات پرستاری، لوازم مصرفی، تخت، رادیولوژی، ECG، مراقبت بحرانی، فیزیوتراپی، تهیه فرمولاری تغذیه معاینه وصدور جواز دفن) و آزمایشات (کلیه آزمایشات لازم برای ارزیابی و مانیتور بیمار) بود. شاخص‌های اثربخشی شامل IgG کلاس I، IgG کلاس II، IgM کلاس I و IgM کلاس II بود. تحلیل داده‌های پژوهش با نرم‌افزار SPSS و به‌وسیله آزمون‌های آماری t مستقل و زوج و ANOVA انجام شد.

یافته‌ها: ۷۷ بیمار پیوند کلیه شامل ۵۳ نفر تحت درمان با داروی بورتزومیب و ۲۴ نفر دریافت‌کننده داروی ریتوکسیماب با میانگین سنی ۸/۵۰±۴۱/۰۱ سال مورد مطالعه قرار گرفتند. یافته نشان داد میانگین کل هزینه تمام شده داروی بورتزومیب برابر با ۱۹۵۴۸۲۳۰/۸۶ تومان بود. قبل از مصرف بورتزومیب میانگین IgG کلاس I و کلاس II به ترتیب ۶/۳۴±۶۸/۱۶ و ۴/۹۶±۶۷/۱۱ بود که پس از درمان با بورتزومیب به ترتیب به ۱۵/۷۳±۱۷/۲۸ و ۱۶/۷۵±۱۸/۱۳ کاهش یافت که این کاهش سطح IgG از نظر آماری معنی‌دار بود(P=۰/۰۰۰). میانگین IgM کلاس I و کلاس II قبل از مصرف دارو به‌ترتیب ۱/۳۰±۵/۶۹ و ۰/۹۵±۵/۵۴ که پس از مصرف بورتزومیب به ترتیب به ۰/۷۹±۵/۴۳ و ۰/۳۹±۵/۱۳ کاهش یافت که این کاهش برای IgM کلاس II معنی‌داری بود (P=۰/۰۰۰)؛ اما برای IgM کلاس I غیرمعنی‌دار بود (P=۰/۲۲۳). در بیماران دریافت‌کننده ریتوکسیماب، قبل از مصرف دارو میانگین IgG کلاس I و کلاس II به ترتیب ۷/۸۶±۷۱/۶۶ و ۴/۵۳±۶۷/۸۳ بود که پس از درمان با ریتوکسیماب به ترتیب به ۱۳/۸۲±۱۳/۹۵ و ۱۴/۱۵±۱۵/۸۳ کاهش یافت که این کاهش سطح IgG از نظر آماری معنی‌دار بود (P=۰/۰۰۰). میانگین IgM کلاس I و کلاس II قبل از مصرف دارو به‌ترتیب ۱/۲۳±۵/۷۰ و ۰/۹۷±۵/۴۵ که پس از مصرف دارو به‌ترتیب به ۰/۶۵±۵/۴۱ و ۰/۳۸±۵/۱۶ کاهش یافت که این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). میانگین کل هزینه تمام شده داروی ریتوکسیمب برابر با ۲۸۲۶۱۵۳۹/۲۹ تومان بود و موجب کاهش چشمگیر میانگین سطح IgG کلاس I و کلاس II شد. نرخ هزینه- اثربخشی افزایشی (ICER) ۱۷۷۰۹۹۷/۶۵ بود که از آستانه تعریف شده توسط WHO کم‌تر بود.

استنتاج: نتایج مطالعه حاضر نشان داد داروی ریتوکسیمب در مقایسه با بورتزومیب هزینه-اثربخش می‌باشد.

واژه های کلیدی: هزینه، اثربخشی، ریتوکسیماب، بورتزومیب، پیوند کلیه

مولف مسئول: یادگار رشیدی- تهران: واحد علوم پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی ، دانشکده داروسازی E-mail: Yadegar877@gmail.com
۱. دانشجوی دکتری داروسازی، گروه داروسازی، دانشکده داروسازی، واحد علوم پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی تهران، ایران
۲. دانشیار، گروه مدیریت خدمات بهداشتی درمانی، دانشکده بهداشت، واحد علوم پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی تهران، ایران
۳. استادیار، گروه اقتصاد و مدیریت دارو، دانشکده داروسازی و علوم دارویی، علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۴. استادیار، گروه اورولوژی، دانشکده پزشکی، واحد علوم پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی تهران، ایران
تاریخ دریافت : ۱۴۰۲/۰۸/۳۰ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۱۴۰۲/۱۱/۱۵ تاریخ تصویب : ۱۴۰۳/۳/۵

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-22]

مقدمه

پیوند کلیه، انتقال یک کلیه سالم از یک اهداکننده سازگار به بدن فرد دیگری با کلیه ناتوان است و امیدوارکننده‌ترین گزینه برای بیماران مبتلا به مرحله آخر بیماری کلیوی (ESRD) است(۲،۱). سه منبع اصلی پیوند کلیه شامل خویشاوندان زنده بیمار، افراد بیگانه دارای منافع مالی یا انگیزه نوع دوستانه و اهداکنندگان مرگ مغزی است(۳،۱). پیوند موفقیت‌آمیز نیاز به دیالیز را از بین می‌برد و منجر به بهبود کیفیت زندگی بیمار می‌شود(۱). در جوامع غربی، پیوند کلیه از اهداکنندگان زنده در حال افزایش است(۴). طبق آمار سالانه، بیش‌ترین تعداد پیوند کلیه اهدا کنندگان زنده به ترتیب در ایالات متحده آمریکا (۶۴۳۵)، برزیل (۱۷۶۸)، ایران (۱۶۱۵)، مکزیک (۱۴۵۹) و ژاپن (۹۳۹) انجام می‌شود(۶،۵). در سال ۱۹۸۸، برنامه پیوند کلیه از اهداکنندگان زنده غیر خویشاوند در ایران به تصویب رسید. در نتیجه تعداد مراکز پیوند کلیه به سرعت افزایش یافت، به‌طوری‌که تا سال ۱۹۹۹ لیست انتظار پیوند کلیه در کشور با موفقیت حذف شد. تا پایان سال ۲۰۰۵، ۱۹۶۰۹ پیوند کلیه در ایران انجام شد. در حال حاضر ۵۰ درصد از بیماران ESRD در ایران با کلیه پیوندی زندگی می‌کنند(۷،۴). تعداد سالانه پیوند کلیه در ایران از کم تر از ۱۰۰ پیوند در سال ۱۹۸۶ به ۱۸۰۰ پیوند در سال ۲۰۰۶ رسید و در سال‌های اخیر، میزان پیوند کلیه مجدداً افزایش یافته است و تقریباً ۲۵۰۰-۲۷۰۰ پیوند کلیه در سال انجام می‌شود(۸،۷). البته در سال ۲۰۱۹ مجموعا ۲۱۰۱ پیوند کلیه در مراکز ایران صورت گرفته است که نسبت به سال‌های گذشته کم‌تر بوده است. در سال‌های اخیر اهدا کنندگان مرده بیش‌تر از اهداکنندگان زنده بودند به طوری که در سال ۲۰۱۹، ۷۴۷ اهدا کننده زنده و ۱۳۵۴ اهدا کننده مرده کلیه در ایران ثبت شده است در حالی که در سال ۲۰۱۳ ۱۵۵۱ اهدا کننده زنده و ۱۱۷۱ اهداکننده مرده برای پیوند کلیه گزارش شده است(۹). خطر مرگ در دریافت‌کنندگان نسبت به بیماران دیالیزی بیش از ۵۰ درصد کم‌تر است. علاوه بر این، اکثر دریافت‌کنندگان پیوند بهبود کیفیت زندگی را گزارش کرده‌اند(۱۰). استراتژی‌های حذف یا کاهش آنتی‌بادی‌های از پیش ساخته شده در بیماران حساس، حساسیت زدایی نامیده می‌شود. بررسی ادبیات بقای یک ساله آلوگرافت را بین ۶۹ تا ۹۶ درصد برای بیماران با حساسیت‌زدایی نشان می‌دهد(۱۱). ریتوکسیماب یک آنتی‌بادی مونوکلونال کایمریک در برابر لنفوسیت +۲۰ CD است. به طور خاص، آپوپتوز سلول‌های B نابالغ و بالغ از طریق سمیت سلولی وابسته به آنتی بادی و وابسته به کمپلمان القا می‌شود. علاوه بر این، ریتوکسیماب به گیرنده‌های Fc متصل می‌شود و به ماکروفاژها و سلول‌های کشنده طبیعی واکنش نشان می‌دهد. ریتوکسیماب بلافاصله پس از تجویز اثرات خود را نشان می‌دهد و اثرات آن از ۶ ماه تا ۲ سال طول می‌کشد(۱۲). تا سال ۲۰۰۴، اسپلنکتومی برای تخلیه سلول‌های B قبل از پیوند استفاده می‌شد. اما اکنون تجویز ریتوکسیماب ۵ تا ۷ روز قبل از پیوند به رایج‌ترین روش درمانی تبدیل شده است. پس از استانداردسازی تجویز ریتوکسیماب، کاهش دوز، به نگرانی بعدی در ایمونولوژی پیوند تبدیل شد زیرا دوزهای بالای ریتوکسیماب با عفونت‌های مختلف مرتبط است(۱۳).

بورتزومیب، دارویی است که پاسخ ایمنی سلول T را کاهش می‌دهد و مسیر یوبیکوئیتین- پروتئازوم را مهار می‌کند و در حال حاضر برای درمان بیماران مبتلا به مولتیپل میلوما و لنفوم سلول منتل مورد استفاده قرار گرفته شده است. در سال‌های اخیر از بورتزومیب در پیوند کلیه برای کاهش بروز رد پیوند با واسطه آنتی‌بادی (AMR) و بهبود پایداری آلوگرافت استفاده شده است(۱۴). در سال ۲۰۰۸، محققان دانشگاه سینسیناتی تجربه خود را از ۶ بیمار مبتلا به AMR و آنتی‌بادی‌های اختصاصی دهنده پیوند (DSA) پس از پیوند که به یک چرخه بورتزومیب پاسخ داده بودند، منتشر کردند(۱۵). چندین مرکز پیوند دیگر از آن زمان از بورتزومیب

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-22]

برای درمان AMR با موفقیت‌های متفاوت استفاده کرده‌اند(۱۷،۱۶).

عملکرد و تاثیرگذاری دو داروی ریتوکسیماب و بورتزومیب در حساسیت‌زدایی بیماران کاندید پیوند کلیه در مطالعات مختلف بررسی شده است که نتایج متناقضی گزارش شده است(۲۰-۱۸). از طرفی باتوجه به مشکلات اقتصادی موجود در کشور ایران و تحریم‌های اقتصادی لازم است تا هزینه‌های مربوط به درمان تا حد ممکن بهینه شوند. لذا با توجه به هزینه بالای داروهای ریتوکسیماب و بورتزومیب، نیاز است مطالعات بیش‌تری به بررسی اثربخشی آن‌ها نسبت به هزینه‌هایی که بر دوش سیستم سلامت و بیماران می‌گذارند، بپردازند. در این مطالعه به بررسی هزینه- اثربخشی ریتوکسیماب در مقایسه با بورتزومیب در بیماران پیوند کلیه بیمارستان فرهیختگان، پرداخته شد. یافتن درمانی که بیش‌ترین اثر را در ازای هر واحد هزینه صورت گرفته ارائه دهد، دورنمای پژوهش حاضر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع مقطعی گذشته‌نگر است و شامل تمام بیماران مبتلا به ESRD کاندید پیوند کلیه که در طول سال ۱۴۰۱ در بیمارستان فرهیختگان بستری بودند می‌باشد. قبل از انجام پژوهش، طرح تحقیقاتی توسط کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مورد تایید قرار گرفت (IR.IAU.PS.REC.1401.189). معرفی‌نامه از شورای پژوهشی اخذ شد و هماهنگ‌های لازم با مسئولین بیمارستان فرهیختگان صورت گرفت. معیار خروج شامل سوابق پزشکی ناقص، سن زیر ۱۸ سال، عدم تجویز هیچ‌کدام از داروهای ریتوکسیماب و بورتزومیب، عدم وجود اطلاعات مربوط به سطح ایمنوگلوبولین‌ها IgG و IgM کلاس I و II در زمان‌های قبل و بعد از دریافت دارو بود. به‌دلیل محدودیت جامعه مورد پژوهش تمام بیماران کاندید پیوند کلیه که در طول سال ۱۴۰۱ در بیمارستان فرهیختگان، داروهای ریتوکسیماب یا بورتزومیب را دریافت کرده بودند؛ وارد مطالعه شدند و از این بین ۷۷ نفر واجد معیارهای ورود و فاقد معیارهای خروج بودند که در بررسی نهایی وارد شدند. روش نمونه گیری شیوه سرشماری بود. ریتوکسیماب با حداقل دوز ۳۷۵ mg/m^2 یک روز قبل از پیوند برای بیماران تجویز شده بود. بروتزومیب با دوز ۱/۳ mg/m^2 در چهار نوبت (معمولا روزهای ۴،۱، ۸ و ۱۱) برای بیماران تجویز شده بود(۲۱).

ابزار جمع‌آوری اطلاعات شامل چک لیستی جهت استخراج متغیرها بود. چک لیست شامل سه بخش بود که بخش اول اطلاعات دموگرافیک که شامل سن و جنسیت بوده است، بخش دوم اطلاعات مربوط به هزینه که شامل هزینه ویزیت پزشک (روز اول، روز دوم، پزشک عمومی، بخش اورژانس، روز ترخیص)، دارو (داروی اصلی، داوری مکمل)، هتلینگ بیمارستان (خدمات پرستاری، لوازم مصرفی، تخت، رادیولوژی، ECG، مراقبت بحرانی، فیزیوتراپی، تهیه فرمولاری تغذیه معاینه وصدور جواز دفن) و آزمایشات (کلیه آزمایشات لازم برای ارزیابی و مانیتور بیمار) بود و بخش سوم، که در آن شاخص‌های اثر بخشی شامل IgG کلاس I، IgG کلاس II، IgM کلاس I و IgM کلاس II وجود داشت. این داده‌ها ازبخش مدارک پزشکی بیمارستان و مصاحبه با بیماران استخراج شد. ارزیابی سطح آنتی‌بادی جزئی از روند بررسی وضعیت بیماران پیوند کلیه بود(۲۲). پس از استخراج اطلاعات هزینه درمان و تکمیل چک لیست شاخص‌های اثربخشی و اطلاعات دموگرافیک، از آزمون‌هایی مانند T TEST، کای اسکوئر و ANOVA و ابزار SPSS برای تجزیه تحلیل اطلاعات استفاده شد. در آخر نیز از فرمول ICER برای تعیین هزینه- اثربخشی و مقایسه داروها استفاده شد (فرمول شماره ۱). برای برآورد هزینه ویزیت پزشک، دارو، هتلینگ بیمارستان و آزمایشات برای بیماران درمان شده با هر دارو با یکدیگر جمع می‌شود. به تفاضل این دو پارامتر هزینه افزایشی گفته می‌شود. اثر بخشی از میزان میانگین سطح

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-22]

آنتی‌بادی در بیماران در هر گروه برآورد می‌شود و تفاضل این دو مقدار نیز اثر بخشی افزایشی می‌باشد. با تقسیم هزینه افزایشی به اثر بخشی افزایشی، نرخ هزینه- اثربخشی افزایشی (ICER) گزارش می‌شود. میزان ICER براساس توصیه سازمان بهداشت جهانی باید کم‌تر از سه برابر سرانه تولید ناخالص داخلی باشد تا به‌عنوان مداخله هزینه- اثربخش در نظر گرفته شود.

فرمول شماره ۱: $$ICER = \frac{Cost\ A - Cost\ B}{Benefit\ A - Benefit\ B}$$

Cost A: میانگین هزینه‌های درمان با ریتوکسیماب،

Cost B: میانگین هزینه‌های درمان با بورتزومیب،

Benefit A: میزان کاهش سطح IgG در گروه ریتوکسیماب،

Benefit B: میزان کاهش سطح IgG در گروه بورتزومیب

در مطالعه حاضر مجموعا ۷۷ بیمار پیوند کلیه با میانگین سن ۸/۵۰±۴۱/۰۱ سال ارزیابی شدند که ۵۳ نفر تحت درمان با داروی بورتزومیب بوده و برای ۲۴ نفر نیز داروی ریتوکسیماب تجویز شده بود. جنسیت (P=۰/۶۷۸) و سن (P=۰/۲۷۰) بین دو گروه تفاوت معنی‌داری نداشت. میانگین هزینه‌های صرف شده برای بیماران مصرف‌کننده بورتزومیب ۱۹۵۴۸۲۳۰/۸۶ تومان بود که از هزینه صرف شده در بیماران مصرف‌کننده ریتوکسیماب (۲۸۲۶۱۵۳۹/۲۹ تومان) کم‌تر بود (جدول شماره ۱). در این بررسی قبل از مصرف بورتزومیب میانگین IgG کلاس I وکلاس II به‌ترتیب ۶/۳۴±۶۸/۱۶ و ۴/۹۶±۶۷/۱۱ بود که پس از درمان با بورتزومیب به‌ترتیب به ۱۵/۷۳±۱۷/۲۸ و ۱۶/۷۵±۱۸/۱۳ کاهش یافت که این کاهش سطح IgG از نظر آماری معنی‌دار بود (P=۰/۰۰۰).

جدول شماره ۱: هزینه‌های درمان با داروی بورتزومیب و ریتوکسیماب در بیماران پیوند کلیه

	بورتزومیب		ریتوکسیماب	
	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد
هزینه آزمایش	۲۵۳۴۴۷۳/۹۴	۳۶۱۰۷۶۲/۹۹	۳۵۹۷۸۷۸/۳۷	۴۶۳۶۰۱۸/۸۱
هزینه دارو	۵۵۷۷۹۱۱/۶۴	۲۹۶۰۵۴۱/۲۴	۹۶۵۷۸۶۵/۹۱	۷۸۲۸۱۰۷/۶۲
هزینه ویزیت	۱۱۹۵۰۷۷/۳۵	۱۰۷۲۲۴۵/۶۵	۱۰۵۱۳۸۳/۳۳	۴۵۷۲۳۲/۵۱
هزینه هتلینگ	۱۰۲۴۰۷۶۷/۹۲	۱۹۹۲۰۹۳۸/۲۱	۱۳۹۵۴۴۱۱/۶۶	۲۷۵۵۴۶۲۰/۱۰
کل	۱۹۵۴۸۲۳۰/۸۶	۲۲۲۵۱۸۷۴/۵۰	۲۸۲۶۱۵۳۹/۲۹	۳۴۵۱۶۱۹۵/۸۳

در بیماران دریافت‌کننده ریتوکسیماب، قبل از مصرف دارو میانگین IgG کلاس I و کلاس II به ترتیب ۷/۸۶±۷۱/۶۶ و ۴/۵۳±۶۷/۸۳ بود که پس از درمان با ریتوکسیماب به‌ترتیب به ۱۳/۸۲±۱۳/۹۵ و ۱۴/۱۵±۱۵/۸۳ کاهش یافت که این کاهش سطح IgG از نظر آماری معنی‌دار بود (P=۰/۰۰۰). میانگین IgM کلاس I و کلاس II قبل از مصرف دارو به ترتیب ۱/۳۰±۵/۶۹ و ۰/۹۵±۵/۵۴ که پس از مصرف بورتزومیب به‌ترتیب به ۰/۷۹±۵/۴۳ و ۰/۳۹±۵/۱۳ کاهش یافت که این کاهش برای IgM کلاس II معنی‌داری بود (P=۰/۰۰۰)، اما برای IgM کلاس I غیر معنی‌دار بود (P=۰/۲۲۳). در بیماران دریافت‌کننده ریتوکسیماب، قبل از مصرف دارو میانگین IgG کلاس I و کلاس II به ترتیب ۷/۸۶±۷۱/۶۶ و ۴/۵۳±۶۷/۸۳ بود که پس از درمان با ریتوکسیماب به‌ترتیب به ۱۳/۸۲±۱۳/۹۵ و ۱۴/۱۵±۱۵/۸۳ کاهش یافت که این کاهش سطح IgG از نظر آماری معنی‌دار بود (P=۰/۰۰۰). میانگین IgM کلاس I و کلاس II قبل از مصرف دارو به ترتیب ۱/۲۳±۵/۷۰ و ۰/۹۷±۵/۴۵ که پس از مصرف دارو به ترتیب به ۰/۶۵±۵/۴۱ و ۰/۳۸±۵/۱۶ کاهش یافت که این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵) (جدول شماره ۲). مقایسه اثربخشی بین دو گروه با بررسی تغییرات آنتی‌بادی‌ها بین دو گروه انجام شد، نتایج نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری بین دو دارو از نظر اثرگذاری بر کاهش آنتی‌بادی‌های مورد مطالعه، وجود ندارد (P>۰/۰۵)(جدول شماره ۳). ۰/۶۵±۵/۴۱ و ۰/۳۸±۵/۱۶ کاهش یافت که این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵) (جدول شماره ۲). مقایسه اثر بخشی بین دو گروه با بررسی تغییرات آنتی‌بادی‌ها بین دو گروه انجام شد، نتایج نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری بین دو دارو از نظر اثرگذاری بر کاهش آنتی‌بادی‌های مورد مطالعه، وجود ندارد (P>۰/۰۵) (جدول شماره ۳).

جدول شماره ۲: بررسی شاخص‌های اثربخشی قبل و بعد از مصرف داروی توسیلیزوماب

	بورتزومیب		سطح معنی داری	ریتوکسیماب		سطح معنی داری
	قبل از مصرف دارو	بعد از مصرف دارو		قبل از مصرف دارو	بعد از مصرف دارو	
IgG-کلاس I	۶/۳۴±۶۸/۱۶	۱۵/۷۳±۱۷/۲۸	<۰/۰۰۱	۷/۸۶±۷۱/۶۶	۱۳/۸۲±۱۳/۹۵	<۰/۰۰۱
IgG-کلاس II	۴/۹۶±۶۷/۱۱	۱۶/۷۵±۱۸/۱۳	<۰/۰۰۱	۴/۵۳±۶۷/۸۳	۱۴/۱۵±۱۵/۸۳	<۰/۰۰۱
IgM-کلاس I	۱/۳۰±۵/۶۹	۰/۷۹±۵/۴۳	۰/۲۲۳	۱/۲۳±۵/۷۰	۰/۶۵±۵/۴۱	۰/۳۴۷
IgM-کلاس II	۰/۹۵±۵/۵۴	۰/۳۹±۵/۱۳	<۰/۰۰۱	۰/۹۷±۵/۴۵	۰/۳۸±۵/۱۶	۰/۰۹۰

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-22]

جدول شماره ۳: مقایسه میانگین کاهش شاخص‌های اثربخشی بین بیماران دو گروه

	بورتزومیب	ریتوکسیماب	سطح معنی داری
IgG –کلاس I	۵۰/۸۸ ±۱۷/۰۲	۵۷/۷۱ ±۱۳/۸۴	۰/۰۸۹
IgG –کلاس II	۴۸/۹۸ ±۱۷/۰۳	۵۲/۰۰ ±۱۳/۶۳	۰/۴۴۷
IgM –کلاس I	۰/۲۶۴ ±۱/۵۶	۰/۲۹۲ ±۱/۴۹	۰/۹۴۲
IgM –کلاس II	۰/۴۱۵ ±۰/۷۴	۰/۲۹۲ ±۰/۸۰	۰/۵۱۴

در نهایت با توجه به نتایج جدول شماره ۴، نرخ هزینه- اثربخشی افزایشی (ICER) ۱۷۷۰۹۹۷/۶۵ بود. با توجه به سرانه تولید ناخالص داخلی (GDP) ایران که در سال ۲۰۲۲ برابر ۲۱۴۲۴۷۹۱۹ تومان (۴۳۸۷ دلار) می‌باشد و هم‌چنین آستانه تعریف شده توسط WHO مبنی بر این‌که اگر ICER کم‌تر از سه برابر GDP سرانه باشد، تجویز ریتوکسیماب هزینه اثربخش است. نتایج آزمون آماری t مستقل نشان داد که هیچ‌کدام از شاخص‌های هزینه شامل هزینه آزمایش، دارو، ویزیت، هتلینگ و هزینه کل و شاخص‌های اثربخشی شامل IgG کلاس I، IgG کلاس II، IgM کلاس I و IgM کلاس II تفاوت معنی‌داری بین زنان و مردان تحت درمان با بورتزومیب یا ریتوکسیماب نداشت (P>۰/۰۵). جهت ارزیابی ارتباط سن با شاخص‌های هزینه و اثربخشی، افراد به ۴ گروه سنی تقسیم گردید که جوان ترین گروه افراد ۲۰ الی ۳۰ سال و مسن‌ترین گروه افراد ۵۱ الی ۶۰ ساله بودند. نتایج آزمون آنالیز واریانس (ANOVA) یک طرفه نشان داد که در میان افراد دریافت کننده بورتزومیب هزینه دارو در بیماران ۵۱ تا ۶۰ ساله گروه بورتزومیب به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از سایر گروه‌های سنی بود(P<۰/۰۵).گروه سنی افراد درگروه ریتوکسیماب هیچ ارتباط معنی داری با شاخص‌های هزینه نداشت (P>۰/۰۵). از نظر معیارهای اثربخشی، تغییرات IgG کلاس I در بیماران ۵۱ تا ۶۰ ساله و تغییرات IgG کلاس II در بیماران ۵۱ تا ۶۰ ساله و ۴۱ تا ۵۰ ساله در گروه بورتزومیب به‌طور معنی‌داری کم‌تر از سایر گروه‌های سنی بود (P<۰/۰۵). در میان بیماران دریافت‌کننده ریتوکسیماب نیز تغییرات IgG کلاس I در بیماران ۵۱ تا ۶۰ ساله و ۴۱ تا ۵۰ ساله به‌طور معنی‌داری کم‌تر از سایر گروه‌های سنی بود (P<۰/۰۵).

جدول شماره ۴: مقایسه هزینه و اثربخشی بین داروهای مورد مطالعه

	هزینه	هزینه افزایشی	اثربخشی	اثربخشی افزایشی	نرخ هزینه- اثربخشی افزایشی
بورتزومیب	۱۹۵۴۸۲۳۰/۸۶	۸۷۱۳۳۰۸/۴۳	۴۹/۹۳	۴/۹۲	۱۷۷۰۹۹۷/۶۵
ریتوکسیماب	۲۸۲۶۱۵۳۹/۲۹		۵۴/۸۵		

بحث

مطالعه حاضر با هدف تعیین هزینه- اثربخشی مصرف داروهای بورتزومیب و ریتوکسیمب بر روی ۷۷ بیمار پیوند کلیه در بیمارستان فرهیختگان انجام شد. چشم‌انداز این پژوهش، یافتن درمانی می‌باشد که بیش‌ترین اثر را در ازای هر واحد هزینه صورت گرفته ارائه دهد. ۵۳ نفر تحت درمان با داروی بورتزومیب بوده و برای ۲۴ نفر نیز داروی ریتوکسیماب تجویز شده بود. نرخ هزینه- اثربخشی افزایشی (ICER) ۱۷۷۰۹۹۷/۶۵ بود. با توجه به سرانه تولید ناخالص داخلی (GDP) ایران که در سال ۲۰۲۲ برابر ۲۱۴۲۴۷۹۱۹ تومان (۴۳۸۷ دلار) می‌باشد و هم‌چنین آستانه تعریف شده توسط WHO مبنی بر این‌که اگر ICER کم‌تر از سه برابر GDP سرانه باشد، مداخله هزینه اثربخش است و با توجه به مقادیر ICER که رقم پایین‌تری هم می‌باشد، استفاده از داروی ریتوکسیماب باتوجه به اثربخشی بیش‌تر، هزینه- اثربخش است(۲۳). حساس شدن به HLAs یک مانع مهم برای پیوند کلیه و یک عامل خطر برای رد با واسطه آنتی‌بادی است(۲۴). پروتکل‌های حساسیت‌زدایی جدید شامل پلاسمافرزیس، IVIG، و ریتوکسیماب و/یا داروهای جدیدتر از جمله بورتزومیب می‌توانند سطوح آنتی‌بادی (Ab) را در برابر HLA های آلوژنیک در برخی ازبیماران بسیار حساس به HLA مبتلا به مرحله نهایی بیماری کلیوی کاهش دهند و در نتیجه پیوند کلیه با موفقیت انجام شود(۲۵). سابقه بارداری، انتقال خون یا پیوند اعضا گاهی اوقات باعث ایجاد حساسیت شدید علیه HLA

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-22]

می‌شود(۲۶). در چنین بیماران حساسی، سلول B حافظه که به HLA پاسخ می‌دهند و پلاسماسل‌هایی که آنتی‌بادی ضد HLA ترشح می‌کنند، اهدافی برای حساسیت زدایی هستند که برای از بین بردن مداوم آنتی‌بادی‌های ضد HLA در نظر گرفته شده است. ریتوکسیماب یک آنتی‌بادی مونوکلونال ضد CD20 می‌باشد که مدت کوتاهی پس از تجویز آن، کاهش سلول‌های B ساده در خون در گردش حاصل می‌شود. در پیگیری طولانی مدت، کاهش سلول‌های B حافظه CD27+ در خون و مغز استخوان نیز مشاهده شده است(۲۷). این ممکن است از تجدید سریع پیش‌سازهای سلول‌های ترشح‌کننده ضد HLA Ab جلوگیری کند. اگرچه پلاسماسل‌ها (سلول‌های CD20-B تمایز یافته نهایی که Abs ترشح می‌کنند) نسبت به ریتوکسیماب مقاوم هستند، اما پلاسماسل‌ها با عمر کوتاه احتمالاً مدت کوتاهی پس از درمان با ریتوکسیماب طول عمر خود را از دست می‌دهند(۲۸). لذا باتوجه به عملکردهای ذکر شده برای ریتوکسیماب یکی از مهم‌ترین جنبه‌های ارزیابی اثربخشی این دارو بررسی سطح ایمنوگلوبولین‌های سرم می‌باشد.

در مطالعه حاضر کلاس I و II از ایمنوگلوبولین IgG و IgM برای این منظور مورد استفاده قرار گرفتند. یافته‌ها حاکی از آن بود که سطح هر دو کلاس از دو نوع ایمنوگلوبولین پس از درمان با ریتوکسیماب کاهش پیدا کرد. با این حال کاهش سطح IgG کلاس I و II معنی‌داری بود. در موارد رد پیوند با واسطه ایمنوگلوبولین، سمیت سلولی وابسته به مکمل و سمیت سلولی وابسته به آنتی‌بادی (ADCC) مکانیسم های اولیه محسوب می‌شوند و عمدتاً توسط زیرکلاس‌های IgG ایجاد می‌شوند(۲۵-۲۳). بنابراین کاهش IgG می‌تواند ارزش بالایی برای کاهش احتمال رد پیوند داشته باشد.

مطالعات بسیار محدودی به بررسی هزینه اثربخشی داروی ریتوکسیماب در بیماران کاندید پیوند کلیه پرداخته‌اند. مطالعه‌ای توسط Vo و همکاران در سال ۲۰۱۳ با هدف بررسی اثربخشی، پیامدها و مقرون به صرفه بودن حساسیت‌زدایی با استفاده از ایمونوگلوبولین داخل وریدی با دوز بالا (IVIG) و ریتوکسیماب برای بهبود نرخ پیوند در بیماران حساس شده، انجام شد. آن‌ها ۲۰۷ بیمار کاندید پیوند حساس شده را با استفاده از IVIG و ریتوکسیماب حساسیت زدایی کردند. مجموع هزینه ۳ ساله برای بیماران تحت درمان در گروه حساسیت زدایی ۲۱۹۹۱۴ دلار برای هر بیمار در مقایسه با ۲۳۸۶۶۷ دلار برای هر بیمار درمان شده در گروه دیالیز بود. بنابراین، تخمین زده شد که هر بیمار تحت درمان با حساسیت زدایی در سال ۲۰۱۱، ۱۸۷۵۳ دلار برای سیستم مراقبت‌های بهداشتی ایالات متحده صرفه‌جویی می‌کند(۲۹). آن‌ها نشان دادند که حساسیت زدایی نسبت به دیالیز هزینه اثربخش‌تر می‌باشد. بنابراین پیوند کلیه با استفاده از حساسیت‌زدایی از طریق ریتوکسیمب علاوه بر این‌که نتایج بهتری نسبت به دیالیز دارد، هزینه کم‌تری نیز ایجاد می‌کند. لذا با توجه به این یافته‌ها ارزیابی هزینه اثربخشی روش‌های مختلف حساسیت زدایی در بیماران مبتلا به نارسایی کلیه کاندید پیوند کلیه، اهمیت دارد. با این حال تاکنون هیچ مطالعه‌ای هزینه اثربخشی تجویز دو دارو ریتوکسیماب و بورتزومیب را بررسی نکرده بود. یک مطالعه توسط Nakagawa و همکاران (۲۰۱۱) مزایای قابل توجهی را با استفاده از ریتوکسیماب پیدا کرد و ۴۲ گیرنده حساسیت‌زدایی شده با ریتوکسیماب و بازیلیکسیماب را با ۱۹ بیمار که تحت عمل برداشتن طحال قرار گرفته بودند، مقایسه کرد. کاهش غیرمعنی‌داری در تیتر آنتی‌بادی در گروه ریتوکسیماب وجود داشت که منجر به کاهش قابل توجهی در میزان کلی رد پیوند حاد شد (۱۹/۰ درصد در مقابل ۶۸/۴ درصد)(۳۰). این یافته‌ها با نتایج مطالعه حاضر همسو بود و نشان می‌دهد که کاهش سطح آنتی‌بادی از جمله فاکتورهای اصلی در بررسی اثربخشی داروی ریتوکسیمب محسوب می‌شود. در مطالعه حاضر دوز تجویز شده بیماران درمان شده با ریتوکسیماب

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-22]

کنترل نشد که البته مطالعات گذشته نشان داده اند که دوز این دارو تفاوت قابل توجهی در اثر بخشی آن در بیماران پیوندی ندارد. مطالعه اخیر Thukral و همکاران در سال ۲۰۲۱ با هدف بررسی ارتباط دوز ریتوکسیماب با تعداد سلول‌های B مطلق محیطی، عملکرد پیوند، بقای پیوند و بیمار، و عوارض عفونی طراحی شد. این مطالعه شامل ۵۲ گیرنده ABOiKT بزرگ سال با تیتر آنتی‌بادی ضد A/B تا حداکثر ۱:۵۱۲ بود. شرکت‌کنندگان بر اساس دوز ریتوکسیماب مورد استفاده به ۲ گروه ۲۶ تایی تقسیم شدند. گروه A، ۱۰۰ میلی‌گرم برای بیمار و گروه B، ۲۰۰ میلی‌گرم برای بیمار دریافت کردند. هر دو دوز به‌طور موثری تعداد سلول‌های B مطلق را کاهش دادند. بقای بیماران، بقای پیوند، عملکرد پیوند، دوره‌های رد حاد و بستری شدن در بیمارستان پس از پیوند در هر دو گروه مشابه بود(۳۱).

در مطالعه حاضر، در افراد تحت درمان با بورتزومیب میانگین IgG کلاس I و کلاس II و IgM کلاس II پس از درمان به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. بورتزومیب یک دی‌پپتیدیل بورونیک اسید و یک مهارکننده پروتئازوم برگشت پذیر (PI) درجه یک است که توسط سازمان غذا و داروی ایالات متحده در سال ۲۰۰۳ برای درمان نوع مقاوم یا عودکننده مولتیپل میلوم (یک اختلال بدخیم پلاسماسل‌ها) تایید شد(۳۲). دلیل استفاده از این عامل تأثیر آن بر پلاسماسل‌های تولیدکننده آلوآنتی‌بادی و سایر اجزای مهم ایمنی اختصاصی است(۳۳). مطالعات کنترل نشده نشان داده است که بورتزومیب ممکن است سطح آنتی‌بادی HLA را کاهش دهد و در نتیجه با رد آلوگرافت مقابله کند(۳۵،۳۴). البته یک کارآزمایی بالینی تصادفی‌سازی شده و کنترل شده توسط Eskandary و همکاران در سال ۲۰۱۸ نشان داد که استفاده از بورتزومیب جهت توقف پیشرفت رد دیررس پیوند کلیه (ABMR) با واسطه آنتی‌بادی اختصاصی دهنده (DSA)، نمی‌تواند تاثیرات قابل قبولی ایجاد کند. آن‌ها هیچ تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های تحت درمان با بورتزومیب و دارونما در میانگین GFR، غلظت پروتئین ادرار، سطوح آنتی‌بادی DSA، یا فنوتیپ‌های رد مورفولوژیکی یا مولکولی در نمونه‌های بیوپسی ۲۴ ماهه پیگیری مشاهده نکردند، با این حال، بورتزومیب با سمیت گوارشی و هماتولوژیک همراه بود(۳۶).

براساس یافته‌های مطالعه حاضر تفاوت معنی‌داری بین دو گروه از نظر اثربخشی و مهار تولید آنتی‌بادی‌ها وجود نداشت. طبق شواهد موجود، برخلاف ریتوکسیماب، بورتزومیب مرحله نهایی تولید آنتی‌بادی را مسدود می‌کند. پس از اکسپوز شدن آنتی ژن، لنفوسیت‌های B حافظه به پلاسمابلاست‌های فعال تبدیل می‌شوند که آنتی‌بادی‌های بیش‌تری نسبت به لنفوسیت‌های B ترشح می‌کنند. پلاسما بلاست‌ها به پلاسماسل‌های بالغ تمایز می‌یابند که حجم زیادی از آنتی‌بادی‌ها را در مغز استخوان و در مرحله دوم در بافت لنفاوی ترشح می‌کنند.

Perry و همکاران پلاسماسل‌های جمع‌آوری شده از مغز استخوان گیرندگان پیوند کلیه را ارزیابی کردند و این سلول‌ها را در شرایط آزمایشگاهی با گلوبولین آنتی‌تیموسیت خرگوش (rATG)، ریتوکسیماب، ایمونوگلوبولین داخل وریدی (IVIg) یا بورتزومیب درمان کردند. در مقایسه با سلول‌های تیمار نشده، تنها بورتزومیب به‌طور قابل توجهی آپوپتوز پلاسماسل‌ها را القا کرد. مطابق با این یافته‌ها، مقدار و تعداد آنتی‌بادی‌های ضد HLA (آنتی‌ژن لکوسیت انسانی) تولید شده توسط پلاسماسل‌های مشتق شده از مغز استخوان تنها با درمان بورتزومیب کاهش یافت. نکته مهم این بود که، درمان بورتزومیب از تولید آنتی‌بادی ضد HLA برای هر دو کلاس I و II جلوگیری کرد(۳۷). این یافته‌ها هم جهت با نتایج مطالعه حاضر بود. در بررسی حاضر سطح آنتی‌بادی‌های ضد HLA به دلیل این که برای همه بیماران در دسترس نبود، اندازه گرفته نشد، اما سطوح آنتی‌بادی‌ها IgG و IgM کلاس I و II بررسی شد که مشابه با مطالعه فوق کاهش چشمگیری در سطح این آنتی‌بادی‌ها مشاهده شد.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-22]

درسال ۲۰۱۲، Everly و همکاران درمان پیشگیرانه با بورتزومیب را در ۲۶ بیمار در دوره‌های مختلف پس از پیوند با DSA مثبت ارزیابی کرد (۵۴ درصد از این DSA کلاس II بودند). درمان حدود ۳۰ روز پس از تشخیص DSA آغاز شد. حدود ۱ ماه پس از درمان، ۱۸ بیمار پاسخ کامل(حذف DSA) و ۷ بیمار پاسخ نسبی (بیش از ۵۰ درصد کاهش در سطح DSA) ارائه کردند(۳۸). اخیراً، گروه‌های دیگر تجربیات خود را با بورتزومیب در مدیریت AMR نه تنها با آنتی‌بادی‌های ضد HLA بلکه با آنتی‌بادی‌های غیر HLA نیز منتشر کرده‌اند. در این گزارش‌ها، بیماران مبتلا به اپیزودهای اولیه AMR پاسخ بهتری به درمان نشان دادند. در کیس سری منتشر شده توسط Lee و همکاران (۲۰۱۵)، یک یا دو چرخه بورتزومیب برای درمان ۱۰ بیمار مبتلا به AMR و DSA مثبت، ۱ بیمار دارای آنتی بادی ضد ABO و ۱ بیمار با گیرنده ضد آنژیوتانسین II نوع ۱ (AT1R) استفاده شد. آنتی‌بادی‌ها در ۸ بیمار از ۱۰ بیمار کاهش یافته یا به‌طور قابل توجهی کاهش یافت و نتایج بهتری در کسانی که AMR اولیه را ارائه کردند، مشاهده شد. بین ۲ بیمار که پاسخ ندادند، یکی رد را با واسطه AT1R و دیگری رد را با واسطه آنتی‌بادی‌های ضد HLA نشان داد(۳۹). با توجه به مطالعات فوق مشخص است که یکی از عملکردهای اصلی بورتزومیب کاهش سطح آنتی‌بادی‌های ضد HLA و آنتی‌بادی‌های غیر HLA می‌باشد. در مطالعه حاضر نتایج مشابهی گزارش شد و کاهش معنی‌دار آنتی‌بادی‌ها در بیماران دریافت‌کننده بورتزومیب مشاهده شد.

هیچ مطالعه‌ای به بررسی هزینه- اثربخشی بورتزومیب در مقایسه با سایر داروهای مورد استفاده در حساسیت‌زدایی بیماران پیوند کلیه یا درمان وضعیت‌های رد پیوند در این بیماران نپرداخته است. تقریبا تمام مطالعاتی که هزینه- اثربخشی بورتزومیب را بررسی کرده‌اند در زمینه بیماران مبتلا به مولتیپل میلوما بوده است. یک مطالعه در سال ۲۰۱۸ توسط Aceituno و همکاران با هدف ارزیابی هزینه- اثربخشی لنالیدومید در ترکیب با دگزامتازون در مقایسه با بورتزومیب در ترکیب با دگزامتازون در بیماران مبتلا به مولتیپل میلوما که قبلاً با بورتزومیب درمان شده‌اند، انجام شد. لنالیدومید در ترکیب با درمان دگزامتازون ۱/۴۱ سال طول عمر افزایشی و ۰/۸۳ افزایش سال زندگی با کیفیت در مقایسه با بورتزومیب در ترکیب با دگزامتازون، با هزینه افزایشی ۱۹۵۸۹/۸۶ دلار آمریکا ارائه کرد. هزینه اثربخشی افزایشی ۱۳۸۸۶/۳۵ دلار آمریکا)/ سال عمر افزایش یافته برآورد شد(۴۰).

در مطالعه حاضر نرخ هزینه- اثربخشی افزایشی (ICER) ۱۷۷۰۹۹۷/۶۵ تومان بود. با توجه به سرانه تولید ناخالص داخلی (GDP) ایران که در سال ۲۰۲۲ برابر ۲۱۴۲۴۷۹۱۹ تومان (۴۳۸۷ دلار) می‌باشد و هم‌چنین آستانه تعریف شده توسط WHO مبنی بر این‌که اگر ICER کم‌تر از سه برابر GDP سرانه باشد، استفاده از ریتوکسیماب در مقایسه با بورتزومیب هزینه- اثربخش است(۲۳). در مطالعه حاضر متوسط هزینه دارو برای بیماران دریافت‌کننده ریتوکسیماب ۹۶۵۷۸۶۵/۹۱ تومان بود که حدود ۷۳ درصد بیش‌تر از میزان هزینه دارو برای دریافت‌کنندگان بورتیزومیب (۵۵۷۷۹۱۱/۶۴ تومان) بود. با این حال در هر دو گروه هزینه هتلینگ بیمارستان بیش‌ترین هزینه پرداختی بود و یافته‌ها نشان می‌دهد که با وجود هزینه بیش‌تر ریتوکسیماب، اثربخشی آن بر کاهش سطح آنتی‌بادی‌ها می‌تواند باعث هزینه- اثربخش بودن این دارو شود. از آن‌جایی که مطالعه حاضر از نوع گذشته‌نگر بود، تنها با استفاده از داده‌های ثبت شده در سیستم‌های ثبت بیمارستانی، اطلاعات مربوط به هزینه استخراج شد. به همین دلیل امکان کنترل هزینه‌های انجام شده بین بیماران از نظر خدمات و داروهای دریافتی وجود نداشت که از محدودیت‌های این مطالعه محسوب می‌شود. هم‌چنین کنترل دوز داروها نیز امکان‌پذیر نبود و برای برخی بیش‌تر از دوز ذکر شده، تجویز شده بود. با توجه به این که قیمت داروها

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-22]

در داخل ایران ثبات ندارد و سرانه تولید ناخالص داخلی در سال‌های آینده نیز تغییر می‌کند، نمی‌توان با اطمینان نتایج این مطالعه قابل تعمیم دانست.

سپاسگزاری

از پرسنل بیمارستان فرهیختگان که در جمع‌آوری داده‌ها همکاری داشتند، صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

References

1. Mahdavi-Mazdeh M, Rouchi AH, Norouzi S, Aghighi M, Rajolani H, Ahrabi S. Renal Replacement Therapy in Iran. Urology J 2007; 4(2): 66-70.
2. Sun F, Wang Y, Xu W, Tian Y, Zhang L, Tang Y, et al. Medical ethical management: support for Living related-donor kidney transplantation. Dialysis & Transplantation 2011; 40(10): 458-461.
3. Schena FP. Epidemiology of end-stage renal disease: International comparisons of renal replacement therapy. Kidney international 2000; 57: S39-S45.
4. Malekshahi A, MortezaNejad HF, Taromsari MR, Gheshlagh RG, Delpasand K. An evaluation of the current status of kidney transplant in terms of the type of receipt among Iranian patients. Renal Replacement Therapy 2020; 6(1): 1-5.
5. Magee CC, Pascual M. Update in renal transplantation. Archives of internal medicine 2004; 164(13): 1373-1388.
6. Purnell TS, Luo X, Cooper LA, Massie AB, Kucirka LM, Henderson ML, et al. Association of race and ethnicity with live donor kidney transplantation in the United States from 1995 to 2014. JAMA 2018; 319(1): 49-61.
7. Shrestha B, Haylor J. Factors influencing long-term outcomes following renal transplantation: a review. JNMA J Nepal Med Assoc 2007; 46(167): 136-142.
8. Meier-Kriesche H-U, Port FK, Ojo AO, Rudich SM, Hanson JA, Cibrik DM, et al. Effect of waiting time on renal transplant outcome. Kidney Int 2000; 58(3): 1311-1317.
9. Shadnoush M, Latifi M, Rahban H, Pourhosein E, Shadnoush A, Jafarian A, et al. Trends in organ donation and transplantation over the past eighteen years in Iran. Clin Transplant 2023; 37(2): e14889.
10. Wolfe RA, Ashby VB, Milford EL, Ojo AO, Ettenger RE, Agodoa LY, et al. Comparison of mortality in all patients on dialysis, patients on dialysis awaiting transplantation, and recipients of a first cadaveric transplant. N Engl J Med 1999; 341(23): 1725-1730.
11. Montgomery RA. Renal transplantation across HLA and ABO antibody barriers: integrating paired donation into desensitization protocols. Am J Transplant 2010; 10(3): 449-457.
12. Genberg H, Kumlien G, Wennberg L, Berg U, Tydén G. ABO-incompatible kidney transplantation using antigen-specific immunoadsorption and rituximab: a 3-year follow-up. Transplantation 2008; 85(12): 1745-1754.
13. Lee HR, Kim K, Lee SW, Song JH, Lee JH, Hwang SD. Effect of rituximab dose on induction therapy in ABO-incompatible living kidney transplantation: A network meta-analysis. Medicine 2021; 100(10): e24853.
14. Shah N, Meouchy J, Qazi Y. Bortezomib in kidney transplantation. Curr Opin Organ Transplantat 2015; 20(6): 652-656.
15. Everly MJ, Everly JJ, Susskind B, Brailey P, Arend LJ, Alloway RR, et al. Bortezomib

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-22]

provides effective therapy for antibody-and cell-mediated acute rejection. Transplantation 2008; 86(12): 1754-1761.

16. Sberro-Soussan R, Zuber J, Suberbielle-Boissel C, Candon S, Martinez F, Snanoudj R, et al. Bortezomib as the sole post-renal transplantation desensitization agent does not decrease donor-specific anti-HLA antibodies. Am J Transplant 2010; 10(3): 681-686.
17. Wahrmann M, Haidinger M, Körmöczi GF, Weichhart T, Säemann MD, Geyeregger R, et al. Effect of the proteasome inhibitor bortezomib on humoral immunity in two presensitized renal transplant candidates. Transplantation 2010; 89(11): 1385-1390.
18. Macklin PS, Morris PJ, Knight SR. A systematic review of the use of rituximab for desensitization in renal transplantation. Transplantation 2014; 98(8): 794-805.
19. Lemy A, Toungouz M, Abramowicz D. Bortezomib: a new player in pre-and post-transplant desensitization? Nephrol Dial Transplant 2010; 25(11): 3480-3489.
20. Jeong JC, Jambaldorj E, Kwon HY, Kim MG, Im HJ, Jeon HJ, et al. Desensitization using bortezomib and high-dose immunoglobulin increases rate of deceased donor kidney transplantation. Medicine 2016; 95(5): e2635.
21. Abu Jawdeh BG, Cuffy MC, Alloway RR, Shields AR, Woodle ES. Desensitization in kidney transplantation: review and future perspectives. Clin Transplant 2014; 28(4): 494-507.
22. Girlanda R, Mannon RB, Kirk AD. Diagnostic tools for monitoring kidney transplant recipients. Semin Nephrol 2007; 27(4): 462-478.
23. Bertram MY, Lauer JA, De Joncheere K, Edejer T, Hutubessy R, Kieny M-P, et al. Cost–effectiveness thresholds: pros and cons. Bull World Health Organ 2016; 94(12): 925-930.
24. Konvalinka A, Tinckam K. Utility of HLA antibody testing in kidney transplantation. J Am Soc Nephrol 2015; 26(7): 1489-1502.
25. Jordan S, Choi J, Kahwaji J, Vo A. Progress in desensitization of the highly HLA sensitized patient. Transplant Proc 2016; 48(3): 802-805.
26. Pandey P, Setya D, Sinha V, Bhatt A, Devra A, Pande A, et al. Renal transplantation in HLA sensitized patients: Traversing the immunological barrier. Ther Apher Dial 2020; 24(5): 578-590.
27. Feugier P. A review of rituximab, the first anti-CD20 monoclonal antibody used in the treatment of B non-Hodgkin's lymphomas. Future Oncol 2015; 11(9): 1327-1342.
28. Tiburzy B, Kulkarni U, Hauser AE, Abram M, Manz RA. Plasma cells in immunopathology: concepts and therapeutic strategies. Semin Immunopathol 2014; 36(3): 277-288.
29. Vo AA, Petrozzino J, Yeung K, Sinha A, Kahwaji J, Peng A, et al. Efficacy, outcomes, and cost-effectiveness of desensitization using IVIG and rituximab. Transplantation 2013; 95(6): 852-858.
30. Nakagawa Y, Saito K, Takahashi K. The Clinical Study of Immunosuppression Protocol in ABO-Incompatible Kidney Transplantation. Transpl Int 2011; 24(suppl 2): 36-37.
31. Thukral S, Shinde N, Ray DS. Effect of Different Rituximab Doses on B Cell Count, Anti-A/B Antibody Titer, Graft Function, and Infectious Complications in ABO-Incompatible Renal Transplantation: A Prospective Study. Transplant Proc 2021; 53(3): 970-975.
32. Bross PF, Kane R, Farrell AT, Abraham S, Benson K, Brower ME, et al. Approval

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-22]

summary for bortezomib for injection in the treatment of multiple myeloma. Clin Cancer Res 2004; 10(12 pt 1): 3954-3964.

33. Khalesi N, Korani S, Korani M, Johnston TP, Sahebkar A. Bortezomib: a proteasome inhibitor for the treatment of autoimmune diseases. Inflammopharmacology 2021; 29(5): 1291-1306.
34. Méndez JB, y López LL, Díaz MS, Curiel IT, Galindo-Lopéz R, Córdova AB, et al. Antibody-mediated rejection treatment with bortezomib in renal transplant recipients: a single-center 24-month follow-up case report. Transplant Proc 2020; 52(4): 1123-1126.
35. Kolonko A, Słabiak-Błaż N, Karkoszka H, Więcek A, Piecha G. The Preliminary Results of Bortezomib Used as A Primary Treatment for An Early Acute Antibody-Mediated Rejection after Kidney Transplantation—A Single-Center Case Series. J Clin Med 2020; 9(2): 529.
36. Eskandary F, Regele H, Baumann L, Bond G, Kozakowski N, Wahrmann M, et al. A Randomized Trial of Bortezomib in Late Antibody-Mediated Kidney Transplant Rejection. J Am Soc Nephrol 2018; 29(2): 591-605.
37. Perry D, Burns J, Pollinger H, Amiot B, Gloor J, Gores G, et al. Proteasome inhibition causes apoptosis of normal human plasma cells preventing alloantibody production. Am J Transplant 2009; 9(1): 201-209.
38. Everly MJ, Terasaki PI, Trivedi HL. Durability of antibody removal following proteasome inhibitor-based therapy. Transplantation 2012; 93(6): 572-577.
39. Lee J, Kim BS, Park Y, Lee JG, Lim BJ, Jeong HJ, et al. The effect of bortezomib on antibody-mediated rejection after kidney transplantation. Yonsei Med J 2015; 56(6): 1638-1642.
40. Aceituno S, Gozalbo I, Appierto M, Lizán T L. Cost-effectiveness of lenalidomide in combination with dexamethasone compared to bortezomib in combination with dexamethasone for the second-line treatment of multiple myeloma in Chile. Medwave 2018; 18(3): e7220.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-22]