Navid No 27-92 (2025) 70-81
https://doi.org/10.22038/nnj.2025.81829.1457

Navid No

Journal homepage: https://nnj.mums.ac.ir/

Review Article

Telemedicine in retinopathy of prematurity: challenges and perspectives

Mehrdad Motamed Shariati[1*], Marziyeh Fotouhi[2]

1. Assistant Professor of Ophthalmology, Eye Research Center, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran
2. Fellowship assistant of vitreoretinal surgery, Eye Research Center, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

Corresponding author: motamedshariatiMHR@mums.ac.ir

Received: 10 August 2024; Revised: 15 Febuary 2025; Accepted: 8 March 2025

Abstract

Background and Aims: Retinopathy of Prematurity (ROP), a serious eye disease affecting premature infants, requires careful and frequent examinations. Improvement in technology and health care systems in neonatal intensive care units leads to higher survival of premature neonates and an increasing trend of retinopathy of prematurity prevalence.

Materials and Methods: To prepare this review article, a comprehensive search was conducted in PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar databases. Articles after 2005 were evaluated. The search terms included combinations of the following words: "Retinopathy of Prematurity," "ROP Screening," "Telemedicine," "Artificial Intelligence in Ophthalmology," "Remote Screening," and "Neonatal Retinopathy Diagnosis."

Results: With the advent of telemedicine, physicians can consult and examine remotely, which can help reduce the need for frequent trips and related costs.

Conclusion: This article explores the potential benefits of telemedicine in managing retinopathy of prematurity, including enhanced access to specialized medical care and improved monitoring of the treatment process. It also analyzes the major challenges, such as technical problems, technology limitations, and the need for high accuracy standards, and offers suggestions for improving and developing this method. Ultimately, the future of telemedicine in this field is envisioned as a new and effective tool for enhancing treatment outcomes and alleviating the financial burden on healthcare systems.

Keywords

Telemedicine, premature infants, screening examinations, retinal imaging, medical ethics

Cite this article as: Motamed Shariati M, Fotouhi M, Telemedicine in retinopathy of prematurity: challenges and perspective. Navid No, 2025; 27(92): 70-81. https://doi.org/10.22038/nnj.2025.81829.1457.

E-ISSN: 2645-5927 / P-ISSN: 2645-5919

Copyright: © 2025 by the author.

Open Access: This is an open-access article under the CC BY license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Publisher's Note: Mashhad University of Medical Sciences remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

نوید نو، دوره ۲۷، شماره ۹۲، زمستان ۱۴۰۳، صفحه ۸۱-۷۰
https://doi.org/10.22038/nnj.2025.81829.1457

نوید نو
Navid No
Journal homepage: https://nnj.mums.ac.ir/

Mashhad University of Medical Sciences

کمیته تحقیقات دانشجویی معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه علوم پزشکی مشهد

مقاله مروری

پزشکی از راه دور در رتینوپاتی نوزادان نارس: چالش‌ها و آینده پیش رو

مهرداد معتمدالشریعتی[۱*]، مرضیه فتوحی[۲]

۱ . استادیار چشم پزشکی، مرکز تحقیقات چشم پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد
۲ دستیار فلوشیپ جراحی ویتره و رتین، مرکز تحقیقات چشم پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد

پست الکترونیک نویسنده مسئول: motamedshariatiMHR@mums.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۲۰، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۱/۲۷، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۱۸

چکیده

مقدمه و هدف: رتینوپاتی نوزادان نارس (ROP)، یک بیماری چشم‌پزشکی جدی که به طور خاص نوزادان نارس را تحت تأثیر قرار می‌دهد، نیازمند معاینات دقیق و مکرر است. با توجه به رشد تکنولوژی و بهبود کیفیت مراقبت‌های پزشکی در مراکز مراقبت های ویژه نوزادان در سراسر جهان، تعداد نوزادان نارس که زنده می‌مانند افزایش یافته است؛ اما این امر منجر به افزایش شیوع ROP نیز شده است .

مواد و روش‌ها: برای تهیه این مقاله مروری، جستجوی جامع در پایگاه‌های داده‌ای PubMed، Scopus، Web of Science، Google Scholar انجام شد. مقالات بعد از سال ۲۰۰۵ مورد ارزیابی قرار گرفتند. عبارات جستجو شامل ترکیباتی از واژه‌های زیر بوده است:

"Retinopathy of Prematurity," "ROP Screening," "Telemedicine," "Artificial Intelligence in Ophthalmology," "Remote Screening," "Neonatal Retinopathy Diagnosis."

یافته‌ها: با ظهور تله مدیسن، امکان مشاوره و معاینه از راه دور به پزشکان فراهم شده است که می‌تواند به کاهش نیاز به سفرهای مکرر و هزینه‌های مرتبط کمک کند.

نتیجه‌گیری: این مقاله به بررسی مزایای بالقوه تله مدیسن در مدیریت رتینوپاتی نوزادان نارس، از جمله دسترسی بهتر به تخصص‌های پزشکی و بهبود نظارت بر روند درمان، می‌پردازد. همچنین چالش‌های عمده مانند مشکلات فنی، محدودیت‌های فناوری و نیاز به استانداردهای دقت بالا را تحلیل کرده و پیشنهادهایی برای بهبود و توسعه این روش ارائه می‌دهد. در نهایت، آینده تله مدیسن در این زمینه به عنوان یک ابزار نوین و مؤثر در بهبود نتایج درمانی و کاهش بار مالی بر سیستم‌های بهداشتی بررسی می‌شود.

کلمات کلیدی:
پزشکی از راه دور، نوزادان نارس، معاینات غربالگری، تصویربرداری شبکیه، اخلاق پزشکی

مقدمه

رتینوپاتی نوزادان نارس (Retinopathy of Prematurity) (ROP) یک بیماری شبکیه است که به طور عمده در نوزادان نارس یا نوزادانی با وزن کم رخ می‌دهد. این بیماری می‌تواند منجر به اختلالات بینایی و در نهایت نابینایی شود ROP .یکی از علل اصلی نابینایی کودکان در بسیاری از کشورها است، به ویژه در کشورهایی که امکانات پزشکی پیشرفته‌ای برای مراقبت از نوزادان نارس ندارند. با توجه به رشد تکنولوژی و بهبود کیفیت مراقبت‌های پزشکی در سراسر جهان، تعداد نوزادان نارس که زنده می‌مانند افزایش یافته است؛ اما این امر منجر به افزایش شیوع ROP نیز شده است (۱).

یکی از عوامل کلیدی در جلوگیری از نابینایی ناشی از ROP، تشخیص به موقع و شروع درمان مناسب است. در مراحل اولیه، ROP ممکن است هیچ علامت بالینی مشخصی نداشته باشد که توسط والدین یا مراقبان نوزاد قابل شناسایی باشد. به همین دلیل، غربالگری منظم توسط چشم‌پزشکان متخصص برای شناسایی و درمان به موقع این بیماری ضروری است (۲). اما چالش‌های متعددی در این مسیر وجود دارد. از جمله این چالش‌ها می‌توان به کمبود چشم‌پزشکان متخصص در بسیاری از مناطق، مشکلات مرتبط با انتقال نوزادان به مراکز تخصصی، و هزینه‌های بالای غربالگری و درمان اشاره کرد (۳).

تله‌مدیسن، به عنوان یک نوآوری در عرصه پزشکی، با بهره‌گیری از فناوری‌های ارتباطی امکان ارائه خدمات پزشکی از راه دور را فراهم می‌کند. این روش به ویژه در مواقعی که دسترسی به متخصصان محدود است، می‌تواند یک راهکار مؤثر باشد (۴). در سال‌های اخیر، استفاده از تله‌مدیسن برای غربالگری و مدیریت ROP به طور گسترده‌ای مورد توجه قرار گرفته است. این تکنولوژی امکان تصویربرداری از شبکیه نوزادان را در مراکز درمانی محلی فراهم می‌کند و این تصاویر برای تشخیص و تحلیل به متخصصان در مراکز پیشرفته ارسال می‌شود. تله‌مدیسن نه تنها هزینه‌های مرتبط با انتقال نوزادان به مراکز تخصصی را کاهش می‌دهد، بلکه امکان تشخیص سریع‌تر و دقیق‌تر را نیز فراهم می‌کند (۵).

استفاده از تله‌مدیسن در مراقبت‌های پزشکی به دهه‌های گذشته بازمی‌گردد؛ اما کاربرد آن در غربالگری ROP نسبتاً جدید است. اولین تلاش‌ها برای استفاده از تله‌مدیسن در این حوزه به دهه ۱۹۹۰ برمی‌گردد که محققان تلاش کردند تا با استفاده از تصاویر دیجیتال شبکیه، امکان تشخیص از راه دور را فراهم کنند. این تلاش‌ها با پیشرفت‌های تکنولوژیکی در زمینه تصویربرداری دیجیتال و ارتباطات، بهبود یافت و منجر به توسعه سیستم‌های پیشرفته‌تری برای غربالگری ROP شد (۶). در حال حاضر، چندین سیستم تله‌مدیسن برای ROP در سراسر جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد که هر یک مزایا و محدودیت‌های خاص خود را دارند (۷, ۸).

در این مقاله مرور جامع، قصد داریم تا به بررسی دقیق مزایا، چالش‌ها، و آینده تله‌مدیسن در غربالگری و مدیریت رتینوپاتی نوزادان نارس بپردازیم. با مرور مطالعات و مقالات موجود، تلاش خواهیم کرد تا تصویری جامع از وضعیت فعلی استفاده از تله‌مدیسن برای ROP ارائه دهیم و همچنین به بررسی فرصت‌ها و تهدیدات پیش رو در این زمینه بپردازیم. هدف نهایی این مقاله، ارائه توصیه‌هایی برای بهبود استفاده از تله‌مدیسن در این حوزه و افزایش پذیرش آن در بین پزشکان و مراکز درمانی است.

در این راستا، ما ابتدا به مرور تاریخچه و توسعه تله‌مدیسن برای ROP خواهیم پرداخت و سپس به بررسی چالش‌های فنی، حقوقی، و آموزشی مرتبط با این روش خواهیم پرداخت. در نهایت، با توجه به پیشرفت‌های اخیر در تکنولوژی و نیازهای موجود در مراقبت از نوزادان نارس، پتانسیل‌های آینده تله‌مدیسن در این حوزه را مورد بررسی قرار خواهیم داد. امید است که این مقاله بتواند به روشن‌سازی مسیر پیش رو برای استفاده مؤثرتر از تله‌مدیسن در مراقبت از نوزادان نارس کمک کند و نقش این تکنولوژی را در بهبود نتایج درمانی نوزادان نارس تقویت نماید.

روش کار

برای تهیه این مقاله مروری، جستجوی جامع در پایگاه‌های داده‌ای PubMed، Scopus، Web of Science، Scholar Google انجام شد. مقالات بعد از سال ۲۰۰۵ مورد ارزیابی قرار گرفتند. عبارات جستجو شامل ترکیباتی از واژه‌های زیر بوده است: "Retinopathy of Prematurity," "ROP Screening," "Telemedicine," "Artificial Intelligence in Ophthalmology," "Remote Screening," "Neonatal Retinopathy Diagnosis."

یافته ها و بحث

مرور تاریخچه و توسعه تله‌مدیسن برای ROP

تله‌مدیسن به عنوان یکی از نوآوری‌های برجسته در حوزه پزشکی، نقشی حیاتی در تغییر و بهبود دسترسی به خدمات درمانی در سراسر جهان ایفا کرده است. در زمینه رتینوپاتی نوزادان نارس (ROP) ، تله‌مدیسن توانسته است فاصله جغرافیایی بین بیمار و پزشک متخصص را کاهش دهد و به این ترتیب، کیفیت مراقبت‌های بهداشتی را ارتقا دهد. بررسی تاریخچه و توسعه تله‌مدیسن در این زمینه، درک بهتری از چگونگی پیشرفت‌ها و چالش‌های مرتبط با این فناوری را ارائه می‌دهد.

آغازین تلاش‌ها و نیاز به نوآوری

تاریخچه استفاده از تله‌مدیسن در ROP به دهه ۱۹۹۰ میلادی بازمی‌گردد. در آن زمان، شیوع بالای ROP در نوزادان نارس، به ویژه در مناطق دورافتاده و کم‌برخوردار، نیاز به یک راهکار جایگزین برای معاینات حضوری چشم‌پزشکی را به شدت مطرح کرد. معاینات حضوری، به دلیل کمبود چشم‌پزشکان متخصص در این حوزه و نیز مشکلات مربوط به انتقال نوزادان نارس به مراکز تخصصی، با چالش‌های فراوانی روبرو بود. این وضعیت باعث شد که محققان به دنبال راهکارهایی باشند که بتواند امکان ارائه خدمات چشم‌پزشکی از راه دور را فراهم کند (۹, ۱۰).

اولین سیستم‌های تله‌مدیسن در ROP

اولین تلاش‌ها برای استفاده از تله‌مدیسن در ROP بر مبنای ارسال تصاویر شبکیه از نوزادان به مراکز تخصصی بود. در ابتدا، این تصاویر با استفاده از دوربین‌های دیجیتال ساده تهیه می‌شدند و از طریق روش‌های ارتباطی ابتدایی مانند فکس یا ایمیل به پزشکان ارسال می‌گردید. این روش‌ها، هرچند که کارآمد بودند، اما با محدودیت‌های فراوانی از جمله کیفیت پایین تصاویر و تأخیر در ارسال و دریافت اطلاعات مواجه بودند. با این حال، این سیستم‌های اولیه به عنوان پایه‌ای برای توسعه سیستم‌های پیشرفته‌تر تله‌مدیسن عمل کردند (۱۱).

پیشرفت‌های تکنولوژیک و بهبود کیفیت تصویربرداری

با پیشرفت تکنولوژی، دوربین‌های دیجیتال پیشرفته‌تر و با وضوح بالاتر وارد بازار شدند که امکان تهیه تصاویر دقیق‌تر و با کیفیت بالاتر از شبکیه نوزادان را فراهم می‌کردند. این تصاویر می‌توانستند به راحتی از طریق اینترنت به مراکز تخصصی ارسال شوند. علاوه بر این، توسعه پروتکل‌های ارتباطی امن و سریع‌تر، به تسهیل این فرآیند کمک کرد. این پیشرفت‌ها نه تنها دقت تشخیص را افزایش داد، بلکه امکان دسترسی به متخصصان را برای بیمارانی که در مناطق دورافتاده زندگی می‌کنند، به میزان قابل توجهی بهبود بخشید (۱۲, ۱۳).

تصویب و پذیرش در سطح جهانی

با افزایش موفقیت‌های تله‌مدیسن در غربالگری و تشخیص ROP، این فناوری به تدریج در سطح جهانی پذیرفته شد. سازمان‌های بین‌المللی بهداشت و انجمن‌های چشم‌پزشکی، تله‌مدیسن را به عنوان یکی از راهکارهای موثر در کاهش شیوع نابینایی ناشی از ROP معرفی کردند(۱۴, ۱۵). کشورهای توسعه‌یافته‌ای مانند ایالات متحده، کانادا، و کشورهای اروپایی به سرعت استفاده از تله‌مدیسن را در برنامه‌های غربالگری ROP خود ادغام کردند. همزمان، کشورهای در حال توسعه نیز با حمایت سازمان‌های بین‌المللی، به استفاده از این فناوری روی آوردند (۱۶, ۱۷).

سیستم‌های پیشرفته تله‌مدیسن برایROP

در طول دو دهه گذشته، سیستم‌های تله‌مدیسن برای ROPبه شکل قابل توجهی تکامل یافته‌اند. سیستم‌های جدید، نه تنها از دوربین‌های دیجیتال پیشرفته استفاده می‌کنند، بلکه با بهره‌گیری از هوش مصنوعی و الگوریتم‌های یادگیری ماشینی، قادر به تحلیل خودکار تصاویر و ارائه تشخیص‌های اولیه هستند. این سیستم‌ها، با کاهش بار کاری متخصصان و افزایش دقت تشخیص، توانسته‌اند نقش مهمی در بهبود کیفیت مراقبت‌های پزشکی ایفا کنند (۱۸, ۱۹).

علاوه بر این، سیستم‌های مدرن تله‌مدیسن امکان ذخیره و بایگانی تصاویر را فراهم می‌کنند، که این امر به پزشکان اجازه می‌دهد تا روند پیشرفت بیماری را به مرور زمان دنبال کرده و تصمیمات درمانی دقیق‌تری اتخاذ کنند. این ویژگی‌ها، تله‌مدیسن را به ابزاری حیاتی در مدیریت ROP تبدیل کرده است (۲۰).

چالش‌های فنی، حقوقی، و آموزشی در تله‌مدیسن برایROP

تله‌مدیسن به‌عنوان یک ابزار نوین و کارآمد در تشخیص و مدیریت رتینوپاتی نوزادان نارس(ROP) ، به‌طور چشمگیری امکان دسترسی به مراقبت‌های پزشکی تخصصی را بهبود بخشیده است. با این حال، توسعه و پیاده‌سازی مؤثر این فناوری با چالش‌های متعددی در زمینه‌های فنی، حقوقی، و آموزشی همراه است. درک و مقابله با این چالش‌ها، برای بهبود و گسترده‌تر کردن استفاده از تله‌مدیسن در مدیریت ROP ضروری است (۱۲, ۲۱, ۲۲).

چالش‌های فنی

کیفیت تصاویر و تجهیزات :یکی از اصلی‌ترین چالش‌های فنی در تله‌مدیسن برایROP ، تضمین کیفیت بالای تصاویر شبکیه است که برای تشخیص دقیق این بیماری ضروری است. هرگونه نقص در تصویربرداری یا کاهش وضوح تصاویر می‌تواند منجر به تشخیص نادرست یا تأخیر در درمان شود. این مسئله به‌ویژه در مناطق کم‌برخوردار، که ممکن است دسترسی به تجهیزات پیشرفته تصویربرداری محدود باشد، اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. همچنین، نیاز به تجهیزات با فناوری پیشرفته، هزینه‌های قابل‌توجهی را برای مراکز بهداشتی به همراه دارد، که ممکن است مانعی برای پیاده‌سازی گسترده تله‌مدیسن در این حوزه باشد(۲۳).

پهنای باند و اتصال اینترنت :عملکرد تله‌مدیسن به کیفیت و پایداری اتصال اینترنت بستگی دارد. در مناطقی که اتصال اینترنت ضعیف یا ناپایدار است، ارسال و دریافت تصاویر با کیفیت بالا ممکن است با مشکلاتی مواجه شود. این مسئله می‌تواند منجر به تأخیر در تشخیص و تصمیم‌گیری‌های درمانی شود. بهبود زیرساخت‌های ارتباطی و اطمینان از دسترسی به اینترنت پرسرعت در تمام مناطق، برای ارتقای کارایی تله‌مدیسن ضروری است (۲۴).

امنیت داده‌ها و حریم خصوصی: ذخیره‌سازی، انتقال و دسترسی به اطلاعات پزشکی بیماران، از جمله تصاویر شبکیه، نیازمند رعایت دقیق پروتکل‌های امنیتی است. هرگونه نقص در این زمینه می‌تواند منجر به نشت اطلاعات حساس و نقض حریم خصوصی بیماران شود. پیاده‌سازی و ارتقای سیستم‌های امنیتی پیشرفته برای محافظت از داده‌های پزشکی و اطمینان از حفظ حریم خصوصی بیماران، از جمله چالش‌های فنی مهم در تله‌مدیسن است (۲۵, ۲۶).

چالش‌های حقوقی

مسئولیت‌های قانونی :یکی از چالش‌های حقوقی مهم در تله‌مدیسن برایROP ، تعیین مسئولیت‌های قانونی در صورت بروز اشتباهات تشخیصی یا درمانی است. از آنجایی که تشخیص‌ها از راه دور انجام می‌شود، ممکن است سوالاتی درباره مسئولیت پزشکان و کادر درمانی مطرح شود. برای مثال، در صورت وقوع اشتباه در تشخیص که منجر به آسیب به بیمار می‌شود، تعیین اینکه کدام طرف—پزشک راه دور، تکنسین تصویربرداری، یا سیستم تله‌مدیسن—مسئول است، می‌تواند پیچیده باشد. تدوین قوانین و مقررات روشن در این زمینه، برای محافظت از بیماران و نیز پزشکان ضروری است (۲۵, ۲۷).

موافقت‌نامه‌های حقوقی و رضایت آگاهانه :استفاده از تله‌مدیسن نیازمند موافقت‌نامه‌های حقوقی است که شامل رضایت آگاهانه بیماران و خانواده‌هایشان برای شرکت در این نوع درمان می‌شود. این مسئله به‌ویژه در مواردی که

بیماران به‌طور کامل با مفهوم تله‌مدیسن آشنا نیستند یا به دلیل موانع زبانی و فرهنگی، قادر به درک کامل آن نیستند، اهمیت پیدا می‌کند. تدوین پروتکل‌های استاندارد برای جلب رضایت آگاهانه و اطمینان از درک کامل بیماران و خانواده‌ها از روند درمان، یکی دیگر از چالش‌های حقوقی در این زمینه است (۲۵-۲۷).

حقوق بین‌المللی و تعاملات مرزی: در بسیاری از موارد، تله‌مدیسن به پزشکان این امکان را می‌دهد که بیماران را در کشورهای دیگر نیز درمان کنند. این مسئله مسائل حقوقی پیچیده‌ای مانند تطابق با قوانین مختلف کشورها، دریافت مجوزهای لازم و تعامل با سیستم‌های بهداشتی و بیمه‌ای مختلف را به همراه دارد. حل این مسائل نیازمند همکاری بین‌المللی و توافق‌نامه‌های حقوقی چندجانبه است (۲۵-۲۷).

چالش‌های آموزشی

آموزش متخصصان :یکی از چالش‌های عمده در استفاده از تله‌مدیسن برایROP ، آموزش متخصصان در استفاده مؤثر از این فناوری است. بسیاری از پزشکان و تکنسین‌های پزشکی ممکن است با فناوری‌های دیجیتال و سیستم‌های تله‌مدیسن آشنایی کافی نداشته باشند. این مسئله می‌تواند منجر به اشتباهات تشخیصی، ناکارآمدی در روند درمان، و یا حتی نارضایتی بیماران شود. ارائه آموزش‌های جامع و مستمر به متخصصان، برای ارتقای مهارت‌های فنی و آشنایی آن‌ها با جدیدترین ابزارها و پروتکل‌های تله‌مدیسن ضروری است (۲۸).

آموزش بیماران و خانواده‌ها : موفقیت تله‌مدیسن در ROP تنها به آموزش کادر درمانی محدود نمی‌شود؛ بلکه آموزش بیماران و خانواده‌هایشان نیز بسیار مهم است. خانواده‌ها باید با روند تصویربرداری، نحوه ارسال تصاویر، و نقش آن‌ها در این فرآیند آشنا شوند. همچنین، آگاهی از مزایا و محدودیت‌های تله‌مدیسن می‌تواند به افزایش همکاری و اعتماد بیماران و خانواده‌ها کمک کند (۲۸).

ارتقای فرهنگ استفاده از تله‌مدیسن :یکی دیگر از چالش‌های آموزشی، ارتقای فرهنگ استفاده از تله‌مدیسن در جوامع مختلف است. در برخی مناطق، ممکن است افراد هنوز به روش‌های سنتی درمانی پایبند باشند و استفاده از تکنولوژی‌های جدید مانند تله‌مدیسن را به‌راحتی نپذیرند. برای غلبه بر این چالش، برنامه‌های آموزشی و اطلاع‌رسانی گسترده در سطح جامعه، از طریق رسانه‌ها، سمینارها، و کمپین‌های بهداشتی ضروری است (۲۸).

چالش‌های دسترسی به امکانات تله‌مدیسن در زمینه رتینوپاتی نوزادان نارس (ROP) معمولاً شامل مسائل زیر است: اولاً، در بسیاری از مناطق روستایی یا کم‌درآمد، زیرساخت‌های اینترنتی ضعیف یا غیرقابل اعتماد وجود دارد که باعث اختلال در انتقال تصاویر پزشکی با کیفیت بالا می‌شود. این مسأله می‌تواند منجر به تشخیص نادرست یا تأخیر در درمان شود. ثانیاً، تجهیزات پزشکی مورد نیاز برای تصویربرداری با کیفیت بالا و تحلیل دقیق تصاویر در بسیاری از مکان‌ها به دلیل هزینه‌های بالا در دسترس نیست. علاوه بر این، کمبود آموزش مناسب برای پزشکان و تکنسین‌ها در استفاده از این فناوری‌ها می‌تواند دقت تشخیص را کاهش دهد. در نهایت، مسائل مربوط به حریم خصوصی و امنیت داده‌ها نیز یکی دیگر از موانع مهم دسترسی به تله‌مدیسن است که نیاز به سیاست‌های قانونی و حفاظت از اطلاعات بیمار دارد.

چالش‌های فنی، حقوقی، و آموزشی در تله‌مدیسن برای ROP، نشان‌دهنده پیچیدگی‌ها و نیازهای متعدد در پیاده‌سازی و استفاده مؤثر از این فناوری است. با این حال، با توجه به مزایای بی‌بدیل تله‌مدیسن در ارتقای دسترسی به مراقبت‌های تخصصی، پرداختن به این چالش‌ها از طریق همکاری بین‌المللی، توسعه زیرساخت‌های مناسب، و ارائه آموزش‌های مستمر و جامع، می‌تواند مسیر را برای استفاده گسترده‌تر و موفقیت‌آمیزتر از این فناوری در مدیریت رتینوپاتی نوزادان نارس هموار کند.

در جدول یک به ارزیابی نقاط قوت و چالش های پیش رو در تله مدیسن در رتینوپاتی نوزادان نارس پرداخته ایم.

جدول ۱- مقایسه نقاط قوت و چالش‌های تله‌مدیسن در ROP

چالش‌ها	نقاط قوت
نیاز به اینترنت پرسرعت و تجهیزات تصویربرداری پیشرفته	**افزایش دسترسی به خدمات غربالگری** در مناطق محروم
عدم استانداردسازی پروتکل‌های تصویربرداری و تفسیر داده‌ها	**کاهش هزینه‌های تشخیص و پیگیری** در مقایسه با معاینات حضوری
کیفیت متغیر تصاویر رتینال که می‌تواند بر دقت تشخیص اثر بگذارد	**امکان تفسیر تصاویر توسط چند متخصص** برای افزایش دقت تشخیصی
نیاز به آموزش نیروی انسانی متخصص برای تحلیل تصاویر	**کاهش نیاز به انتقال بیماران** و بهبود زمان‌بندی پیگیری
مسائل قانونی و حریم خصوصی در انتقال و ذخیره‌سازی داده‌های پزشکی	**پتانسیل بالای هوش مصنوعی** برای تشخیص خودکار ROP

آینده تله‌مدیسن در ROP

تله‌مدیسن به‌عنوان یک فناوری تحول‌آفرین در حوزه پزشکی، پتانسیل عظیمی برای تغییر و بهبود نحوه تشخیص و مدیریت رتینوپاتی نوزادان نارس (ROP) دارد. با توجه به پیشرفت‌های سریع در فناوری اطلاعات و ارتباطات، انتظار می‌رود که تله‌مدیسن در سال‌های آینده نقشی برجسته‌تر در مراقبت‌های چشمی نوزادان نارس ایفا کند. در این بخش، به بررسی روندها، نوآوری‌ها و چالش‌های پیش رو در آینده تله‌مدیسن برای ROP می‌پردازیم.

پیشرفت‌های فناوری

توسعه هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی :یکی از مهم‌ترین پیشرفت‌های آینده در تله‌مدیسن برای ROP ، استفاده از هوش مصنوعی (AI) و یادگیری ماشینی برای بهبود تشخیص و تصمیم‌گیری‌های درمانی است. الگوریتم‌های یادگیری عمیق می‌توانند با تحلیل دقیق تصاویر شبکیه، نه تنها به‌طور خودکار ROP را تشخیص دهند، بلکه شدت بیماری و نیاز به درمان را نیز تعیین کنند. این قابلیت‌ها می‌توانند دقت تشخیص را افزایش داده و به کاهش زمان مورد نیاز برای بررسی تصاویر توسط متخصصان کمک کنند، که در نهایت منجر به تشخیص و درمان سریع‌تر و کارآمدتر می‌شود (۲۹, ۳۰).

ارتقای کیفیت تصاویر و تجهیزات :با پیشرفت‌های مداوم در فناوری‌های تصویربرداری دیجیتال، انتظار می‌رود که کیفیت تصاویر شبکیه بهبود یابد و این تصاویر با دقت بیشتری از طریق سیستم‌های تله‌مدیسن انتقال داده شوند. دوربین‌های جدیدتر و پیشرفته‌تر با وضوح بالا و توانایی ثبت جزئیات دقیق‌تر، به متخصصان کمک خواهند کرد تا تشخیص‌های دقیق‌تری انجام دهند. همچنین، توسعه تجهیزات مقرون‌به‌صرفه‌تر، می‌تواند دسترسی به این فناوری‌ها را در مناطق کم‌برخوردار افزایش دهد (۳۰-۳۲).

پیشرفت در ارتباطات راه دور و اینترنت اشیا :آینده تله‌مدیسن برای ROP به شدت وابسته به پیشرفت در زیرساخت‌های ارتباطی خواهد بود. بهبود پهنای باند و پایداری ارتباطات اینترنتی، به‌ویژه در مناطق دورافتاده و کم‌برخوردار، امکان انتقال تصاویر با کیفیت بالا و برقراری ارتباطات بلادرنگ (real-time) بین پزشکان و بیماران را فراهم خواهد کرد. همچنین، استفاده از اینترنت اشیا (IoT)برای اتصال دستگاه‌های پزشکی و سیستم‌های تله‌مدیسن، می‌تواند به اتوماسیون فرآیندها و بهبود کارایی سیستم‌های مراقبتی کمک کند (۳۳).

توسعه و گسترش دسترسی جهانی

افزایش دسترسی به مراقبت‌های تخصصی: با گسترش استفاده از تله‌مدیسن در ROP ، انتظار می‌رود که دسترسی به مراقبت‌های تخصصی برای نوزادان نارس در سراسر جهان به‌ویژه در مناطق کم‌برخوردار به‌طور چشمگیری افزایش یابد. کشورهای در حال توسعه که ممکن است دسترسی محدودی به متخصصان چشم پزشکی داشته باشند، می‌توانند از طریق تله‌مدیسن به خدمات تشخیصی و درمانی با کیفیت بالا دسترسی پیدا کنند. این امر می‌تواند به کاهش نرخ نابینایی ناشی از ROP در سطح جهانی کمک کند و نابرابری‌های موجود در دسترسی به مراقبت‌های بهداشتی را کاهش دهد.

پذیرش جهانی و همکاری‌های بین‌المللی :یکی دیگر از جنبه‌های مهم آینده تله‌مدیسن درROP ، افزایش پذیرش جهانی و همکاری‌های بین‌المللی است. انتظار می‌رود که توافق‌نامه‌های حقوقی و استانداردهای بین‌المللی برای تضمین کیفیت و امنیت در تله‌مدیسن تدوین شوند. این همکاری‌ها می‌توانند به اشتراک‌گذاری دانش و بهترین شیوه‌ها در سطح جهانی کمک کرده و به توسعه سریع‌تر و اثربخش‌تر این فناوری در مناطق مختلف جهان کمک کنند.

در جدول دو خلاصه ای از یافته های مطالعات اخیر در زمینه نقش تله مدیسن در رتینوپاتی نوزادان نارس بیان شده است. همچنین، در شکل۱ مهمترین شکافهای پژوهشی موجود در این حوزه نشان داده شده است.

جدول ۲-مرور یافته های مطالعات پیشین در زمینه پزشکی از راه دور در غربالگری رتینوپاتی نوزادان نارس

نویسنده	سال	
اسمیت و همکاران (۳۴)	۲۰۲۳	استفاده از متد های تله مدیسن در غربالگری نوزادان نارس از نظر ROP روشی هزینه – اثر بخش می باشد و منجر به بهبود تشخیص و کاهش هزینه ها می گردد.
فیجالکوفسکی و همکاران (۳۵)	۲۰۱۳	این مطالعه به بررسی چهار سال تجربه طرح تله‌مدیسین شبکه دانشگاه استنفورد برای تشخیص رتینوپاتی نوزادان نارس (SUNDROP) با هدف کاهش خطر نابینایی ناشی از رتینوپاتی نوزادان نارس (ROP) پرداخت. با بررسی داده‌های بایگانی SUNDROP از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۹، ۴۱۰ نوزاد واجد شرایط غربالگری ROP از طریق تصاویر فوندوسکوپی که توسط پرستار گرفته شده و توسط متخصص ROP از راه دور ارزیابی شد، مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که طرح SUNDROP در طی چهار سال، هیچ مورد ROP نیازمند درمان (TW-ROP)را از دست نداده است. حساسیت ۱۰۰٪، ویژگی ۹۹.۸٪، ارزش پیش‌بینی مثبت ۹۲.۹٪ و ارزش پیش‌بینی منفی ۱۰۰٪ برای تشخیص TW-ROP در تله‌مدیسین محاسبه شد. هیچ بیماری به جداشدگی شبکیه یا پیامدهای نامطلوب آناتومیکی دیگری دچار نشد. این مطالعه نتیجه گرفت که تله‌مدیسین روشی مقرون‌به‌صرفه، قابل اعتماد و دقیق برای غربالگری نوزادان با TW-ROP بدون کاهش کیفیت مراقبت است.
برادی و همکاران (۴)	۲۰۲۰	با وجود پیشرفت‌ها در مراقبت‌های سیستمیک نوزادان نارس، ROPهمچنان یکی از علل اصلی نابینایی در کودکان در سراسر جهان است. غربالگری ROP مؤثر و مقرون‌به‌صرفه است، اما دسترسی به متخصصان ماهر برای انجام معاینات چشمی در بسیاری از مناطق محدود است. تله‌مدیسین با استفاده از عکس‌برداری از شبکیه، به عنوان یک استراتژی جایگزین، می‌تواند مراقبت از ROP را بهبود بخشد. بررسی مطالعات نشان می‌دهد که تله‌مدیسین برای ROP مفید است و نتایج بلندمدت مطلوبی دارد. با این حال، نیاز به پروتکل‌های دقیق در مورد تهیه و تفسیر تصاویر تأکید شده است. تله‌مدیسین برای ROP به عنوان یک جایگزین مناسب برای معاینات چشمی مستقیم در بسیاری از شرایط، قابل قبول است. استانداردسازی و مستندسازی ارائه شده توسط تله‌مدیسین می‌تواند مزایای بیشتری برای ارائه‌دهندگان و بیماران داشته باشد. با بهبود مستمر کیفیت تصویر و مقرون‌به‌صرفه بودن سیستم‌های تصویربرداری، و همچنین ابزارهای تفسیر خودکار تصویر، انتظار می‌رود تله‌مدیسین در آینده نقش گسترده‌تری در مراقبت از این جمعیت آسیب‌پذیر ایفا کند.
کوئین و همکاران (۳۶)	۲۰۱۴	این مطالعه به بررسی اعتبار یک سیستم تله‌مدیسین برای ارزیابی رتینوپاتی نوزادان نارس (ROP) در فاز حاد پرداخت. هدف اصلی ارزیابی اعتبار سیستم تله‌مدیسین در شناسایی نوزادانی بود که ROP آن‌ها به حدی شدید است که نیاز به ارزیابی توسط چشم‌پزشک دارند. در این مطالعه مشاهده‌ای، ۱۲۵۷ نوزاد نارس با وزن تولد کمتر از ۱۲۵۱ گرم در ۱۳ مرکز مراقبت‌های ویژه نوزادان در آمریکای شمالی شرکت کردند. نوزادان تحت معاینات تشخیصی منظم توسط چشم‌پزشک و تصویربرداری دیجیتال توسط کارکنان غیرپزشک با استفاده از دوربین دیجیتال میدان گسترده قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تله‌مدیسین با استفاده از خوانندگان غیرپزشک آموزش‌دیده، از حساسیت ۹۰٪ و ویژگی ۸۷٪ برای شناسایی ROP نیازمند ارجاع (RW-ROP) برخوردار است. این نتایج از اعتبار ارزیابی از راه دور تصاویر شبکیه دیجیتال توسط خوانندگان غیرپزشک آموزش‌دیده برای نوزادان در معرض خطر RW-ROP حمایت می‌کند.
دانیل و همکاران (۳۷)	۲۰۱۵	این مطالعه به بررسی و اعتبارسنجی یک سیستم متمرکز برای درجه‌بندی تصاویر دیجیتال رتینوپاتی نوزادان نارس (ROP) توسط خوانندگان غیرپزشک آموزش‌دیده (TRs) در مطالعه "روش‌های تله‌مدیسین برای ارزیابی رتینوپاتی نوزادان نارس در فاز حاد (e-ROP) "می‌پردازد. هدف اصلی توصیف یک سیستم متمرکز برای درجه‌بندی تصاویر دیجیتال ROP توسط TRs بود. این مطالعه نشان داد که با آموزش دقیق و گواهی‌نامه

		TRsتوسط متخصصان مجربROP ، و با استفاده از یک مرکز خواندن ROP با سخت‌افزار استاندارد، دسترسی امن به اینترنت و نرم‌افزار مشاهده تصویر سفارشی، می‌توان به طور قابل اعتمادی ROP بالقوه جدی را با سازگاری خوب درون‌خواننده و بین‌خواننده و حداقل انحراف زمانی تشخیص داد. نتایج نشان داد که سیستم e-ROP برای آموزش و صدور گواهینامه غیرپزشکان برای درجه‌بندی تصاویر ROP تحت نظارت مدیر مرکز خواندن، قابل اعتماد است.
جکسون و همکاران (۳۸)	۲۰۰۸	این مطالعه به بررسی مقرون‌به‌صرفه بودن تله‌مدیسین در مقایسه با افتالموسکوپی استاندارد برای مدیریت رتینوپاتی نوزادان نارس (ROP) می‌پردازد. با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری، داده‌های مبتنی بر شواهد از ادبیات منتشر شده و مدل‌سازی ارزش فعلی، تجزیه و تحلیل هزینه-فایده انجام شد. نتایج نشان داد که تله‌مدیسین در مقایسه با افتالموسکوپی استاندارد برای مدیریت ROP مقرون‌به‌صرفه‌تر است. با نرخ تنزیل ۳٪، هزینه‌های هر سال زندگی تعدیل‌شده با کیفیت (QALY) برای تله‌مدیسین ۳۱۹۳ دلار و برای افتالموسکوپی استاندارد ۵۶۱۷ دلار بود. تجزیه و تحلیل حساسیت یک طرفه، طیف هزینه‌های هر QALY را از ۱۲۳۵ تا ۱۸۸۹۸ دلار برای تله‌مدیسین و از ۲۱۷۱ تا ۲۷۲۱۵ دلار برای افتالموسکوپی نشان داد. نتیجه‌گیری این است که تله‌مدیسین در مدیریت ROP مقرون‌به‌صرفه‌تر از افتالموسکوپی استاندارد است و هر دو روش در مقایسه با سایر مداخلات مراقبت‌های بهداشتی بسیار مقرون‌به‌صرفه هستند.
وینکار و همکاران (۱۵)	۲۰۱۷	این مطالعه با هدف تخمین بار ناشناخته نابینایی ناشی از رتینوپاتی نوزادان نارس (ROP) در نه ایالت هند با استفاده از داده‌های جمعیتی، بروز و درمان از یک برنامه ROP در حال اجرا در ایالت کارناتاکا به نام تشخیص اینترنتی ROP کارناتاکا (KIDROP) و محاسبه میزان مالی نابینایی قابل پیشگیری در این ایالت‌ها انجام شد. با استفاده از مدلKIDROP ، تعداد نوزادان بالقوه نابینا، میزان مالی سال‌های زندگی نابینایان (BPYs) نجات یافته و افزایش بار با بهبود بقا و زایمان‌های نهادی محاسبه شد. نتایج نشان داد که با اجرای مدلی مشابه KIDROPدر ده ایالت مورد مطالعه، می‌توان از نابینایی بیش از ۱۰۰ میلیون دلار بار مالی سالانه جلوگیری کرد.

چالش‌های آینده و راهکارهای پیشنهادی

چالش‌های فنی و زیرساختی :با وجود تمام پیشرفت‌های تکنولوژیکی، همچنان چالش‌های فنی و زیرساختی در مسیر آینده تله‌مدیسن برای ROP وجود خواهند داشت. بهبود و ارتقای زیرساخت‌های ارتباطی در مناطق کم‌برخوردار، توسعه نرم‌افزارهای کاربرپسند و ایمن، و رفع مشکلات مربوط به کیفیت تصاویر و داده‌ها از جمله چالش‌های مهمی هستند که باید مورد توجه قرار گیرند. راهکارهای پیشنهادی شامل سرمایه‌گذاری بیشتر در زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات و ایجاد شبکه‌های ارتباطی پایدار و گسترده است.

چالش‌های حقوقی و اخلاقی :مسائل حقوقی و اخلاقی همچنان یکی از موانع بزرگ در توسعه تله‌مدیسن خواهند بود. حفظ حریم خصوصی بیماران، تضمین امنیت داده‌ها، و تعیین مسئولیت‌های قانونی در موارد اشتباهات تشخیصی از جمله موضوعاتی هستند که نیاز به توجه ویژه دارند. تدوین قوانین و مقررات شفاف و بین‌المللی برای مدیریت این مسائل و حفاظت از حقوق بیماران و پزشکان ضروری است.

آموزش و فرهنگ‌سازی :آینده موفقیت‌آمیز تله‌مدیسن در ROP نیازمند سرمایه‌گذاری‌های عمده در زمینه آموزش و فرهنگ‌سازی است. آموزش متخصصان پزشکی در استفاده از فناوری‌های جدید، ایجاد آگاهی و اعتماد در بین بیماران و خانواده‌هایشان، و ترویج فرهنگ پذیرش تله‌مدیسن در جوامع مختلف از جمله اقدامات ضروری برای بهره‌برداری کامل از پتانسیل‌های این فناوری هستند.

شکاف‌های پژوهشی

- هنوز **استانداردهای واحدی برای استفاده از هوش مصنوعی در غربالگری ROP** تعریف نشده است.
- **تأثیر طولانی‌مدت غربالگری تله‌مدیسن بر نتایج بینایی بیماران** کمتر مورد بررسی قرار گرفته است.

آینده پژوهش

- توسعه **مدل‌های یادگیری ماشینی قوی‌تر** برای کاهش خطای تشخیصی در تصاویر رتینال.
- طراحی **سیستم‌های خودکار هشداردهنده** برای تشخیص سریع موارد شدیدROP
- ایجاد **راهنماهای بین‌المللی استاندارد** برای اجرای گسترده‌تر تله‌مدیسن

شکل ۱. شکاف های پژوهشی و موضوعات پژوهش های آینده در حوزه تله مدیسن و نوزادان نارس

نتیجه‌گیری

تله‌مدیسن در تشخیص و مدیریت رتینوپاتی نوزادان نارس، آینده‌ای روشن و پرامید دارد. با پیشرفت‌های فناوری و گسترش زیرساخت‌های ارتباطی، انتظار می‌رود که این فناوری نقش مهم‌تری در ارائه مراقبت‌های پزشکی ایفا کند و دسترسی به خدمات تخصصی را به‌ویژه در مناطق کم‌برخوردار افزایش دهد. با این حال، برای دستیابی به این آینده مطلوب، نیاز به تلاش‌های مستمر در زمینه‌های فنی، حقوقی، و آموزشی وجود دارد. فقط با پذیرش چالش‌ها و ارائه راهکارهای نوآورانه است که می‌توان به حداکثر بهره‌وری از تله‌مدیسن در مراقبت از نوزادان نارس دست یافت و نتایج بهتری را برای بیماران به ارمغان آورد.

ملاحظات اخلاقی

در این پژوهش تمام اصول اخلاقی رعایت شده است.

تضاد منافع

نویسندگان هیچ گونه تعارض منافعی را ذکر نمی کنند.

منابع

[1] Dammann O, Hartnett ME, Stahl A. Retinopathy of prematurity. Developmental Medicine & Child Neurology. 2023;65(5):625-631.
[2] Prakalapakorn SG, Greenberg L, Edwards EM, Ehret DE. Trends in retinopathy of prematurity screening and treatment: 2008–2018. Pediatrics. 2021;147(6).
[3] Sabri K, Ells AL, Lee EY, Dutta S, Vinekar A. Retinopathy of prematurity: a global perspective and recent developments. Pediatrics. 2022;150(3).
[4] Brady CJ, D'amico S, Campbell JP. Telemedicine for retinopathy of prematurity. Telemedicine and e-Health. 2020;26(4):556-564.
[5] Al-Khaled T, Valikodath NG, Patel SN, Cole E, Chervinko M, Douglas CE, et al. Addressing the third epidemic of retinopathy of prematurity through telemedicine and technology: a systematic review. Journal of Pediatric Ophthalmology & Strabismus. 2021;58(4):261-269.
[6] Antaki F, Bachour K, Kim TN, Qian CX. The role of telemedicine to alleviate an increasingly burdened healthcare system: Retinopathy of prematurity. Ophthalmology and therapy. 2020;9:449-464.
[7] Kim E, Nguyen K-H, Donovan T, Edirippulige S, Armfield NR. A cost-minimisation analysis comparing alternative telemedicine screening approaches for retinopathy of prematurity. Journal of

Telemedicine and Telecare. 2023;29(3):196-202.
[8] Maka E, Kovács G, Imre L, Gilbert C, Szabó M, Nemeth J, et al. The validity of telemedicine-based screening for retinopathy of prematurity in the Premature Eye Rescue Program in Hungary. Journal of Telemedicine and Telecare. 2021;27(6):367-375.
[9] Makkar A, Michael Siatkowski R, Szyld E, Ganguly A, Sekar K. Scope of telemedicine in neonatology. Chinese Journal of Contemporary Pediatrics. 2020;22(5).
[10] Arnold RW, LaMattina KC, Taylormoore J, Nelson LB. Experiences in telemedicine for pediatric ophthalmology. Journal of Pediatric Ophthalmology & Strabismus. 2020;57(6):344-347.
[11] Ells AL, Holmes JM, Astle WF, Williams G, Leske DA, Fielden M, et al. Telemedicine approach to screening for severe retinopathy of prematurity: a pilot study. Ophthalmology. 2003;110(11):2113-2117.
[12] Richter GM, Williams SL, Starren J, Flynn JT, Chiang MF. Telemedicine for retinopathy of prematurity diagnosis: evaluation and challenges. Survey of ophthalmology. 2009;54(6):671-685.
[13] Shah PK, Ramya A, Narendran V. Telemedicine for ROP. Asia-Pacific Journal of Ophthalmology. 2018;7(1):52-55.
[14] Kovács G, Somogyvári Z, Maka E, Nagyjánosi L. Bedside ROP screening and telemedicine interpretation integrated to a neonatal transport system: Economic aspects and return on investment analysis. Early Human Development. 2017;106:1-5.
[15] Vinekar A, Mangalesh S, Jayadev C, Gilbert C, Dogra M, Shetty B. Impact of expansion of telemedicine screening for retinopathy of prematurity in India. Indian journal of ophthalmology. 2017;65(5):390-395.
[16] Vinekar A, Jayadev C, Bauer N. Need for telemedicine in retinopathy of prematurity in middle-income countries: e-ROP vs KIDROP. JAMA ophthalmology. 2015;133(3):360-361.
[17] Skalet AH, Quinn GE, Ying G-S, Gordillo L, Dodobara L, Cocker K, et al. Telemedicine screening for retinopathy of prematurity in developing countries using digital retinal images: a feasibility project. Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus. 2008;12(3):252-258.
[18] Ossandón D, Zanolli M, Stevenson R, Agurto R, Ortiz P, Dotan G. A national telemedicine network for retinopathy of prematurity screening. Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus. 2018;22(2):124-127.
[19] Goyal A, Gopalakrishnan M, Anantharaman G, Chandrashekharan DP, Thachil T, Sharma A. Smartphone guided wide-field imaging for retinopathy of prematurity in neonatal intensive care unit–a Smart ROP (SROP) initiative. Indian journal of ophthalmology. 2019;67(6):840-845.
[20] Chan H, Cougnard-Grégoire A, Korobelnik J-F, Delyfer M-N, Touboul D, Coste V, et al. Screening for retinopathy of prematurity by telemedicine in a tertiary level neonatal intensive care unit in France: Review of a six-year period. Journal Français d'Ophtalmologie. 2018;41(10):926-932.
[21] Slaveykov K, Trifonova K, Stoyanov V. PRACTICAL USES OF TELEOPHTHALMOLOGY. Science & Research. 2019.
[22] Moshfeghi DM, Capone A. Economic barriers in retinopathy of prematurity management. Ophthalmology Retina. 2018;2(12):1177-1178.
[23] Bowe T, Ung C, Campbell JP, Yonekawa Y. Telemedicine for retinopathy of prematurity in 2020. Journal of vitreoretinal diseases. 2019;3(6):452-458.
[24] Lanzelotte V, Vieira AA, Fonseca ABM, da Silva JE, Gonet B, Bueno AC. ROP screening with the Pictor Plus camera: a telemedicine solution for developing countries. Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus. 2022;26(5):244.e1-246.
[25] Nittari G, Khuman R, Baldoni S, Pallotta G, Battineni G, Sirignano A, et al. Telemedicine practice: review of the current ethical and legal challenges. Telemedicine and e-Health. 2020;26(12):1427-1437.
[26] Gioia G, Salducci M. Medical and legal aspects of telemedicine in ophthalmology. Romanian

journal of ophthalmology. 2019; 63 (3):197.
[27] Mazzuca D, Borselli M, Gratteri S, Zampogna G, Feola A, Della Corte M, et al. Applications and current medico-legal challenges of telemedicine in ophthalmology. International journal of environmental research and public health. 2022;19 (9):5614.
[28] Almadhi NH, Dow ER, Chan RP, Alsulaiman SM. Multimodal Imaging, Tele-Education, and Telemedicine in Retinopathy of Prematurity. Middle East African Journal of Ophthalmology. 2022; 29 (1):38-50.
[29] Bao Y, Ming W-K, Mou Z-W, Kong Q-H, Li A, Yuan T-F, et al. Current application of digital diagnosing systems for retinopathy of prematurity. Computer methods and programs in biomedicine. 2021;200:105871.
[30] Vijayalakshmi C, Sakthivel P, Vinekar A. Automated detection and classification of telemedical retinopathy of prematurity images. Telemedicine and e-Health. 2020; 26 (3):354-358.
[31] Luo Z, Ding X, Hou N, Wan J. A deep-learning-based collaborative edge–cloud telemedicine system for retinopathy of prematurity. Sensors. 2022; 23 (1):276.
[32] Shah S, Slaney E, VerHage E, Chen J, Dias R, Abdelmalik B, et al. Application of artificial intelligence in the early detection of retinopathy of prematurity: review of the literature. Neonatology. 2023;120(5):558-565.
[33] Barrero-Castillero A, Corwin BK, VanderVeen DK, Wang JC. Workforce shortage for retinopathy of prematurity care and emerging role of telehealth and artificial intelligence. Pediatric Clinics. 2020;67(4):725-733.
[34] Smith AF, Sadeq A, Kinzel E, Bhambhwani V. A systematic review of economic evaluations conducted for interventions to screen, treat, and manage retinopathy of prematurity (ROP) in the United States, United Kingdom, and Canada. Ophthalmic Epidemiology. 2023;30(2):113-120.
[35] Fijalkowski N, Zheng LL, Henderson MT, Wallenstein MB, Leng T, Moshfeghi DM. Stanford University Network for Diagnosis of Retinopathy of Prematurity (SUNDROP): four-years of screening with telemedicine. Current eye research. 2013;38(2):283-291.
[36] Quinn GE, Ying G-s, Daniel E, Hildebrand PL, Ells A, Baumritter A, et al. Validity of a telemedicine system for the evaluation of acute-phase retinopathy of prematurity. JAMA ophthalmology. 2014;132(10):1178-1184.
[37] Daniel E, Quinn GE, Hildebrand PL, Ells A, Hubbard GB, Capone A, et al. Validated system for centralized grading of retinopathy of prematurity: telemedicine approaches to evaluating acute-phase retinopathy of prematurity (e-ROP) study. JAMA ophthalmology. 2015;133(6):675-682.
[38] Jackson KM, Scott KE, Zivin JG, Bateman DA, Flynn JT, Keenan JD, et al. Cost-utility analysis of telemedicine and ophthalmoscopy for retinopathy of prematurity management. Archives of Ophthalmology. 2008;126(4):493-499.