

Original article

Application of Decision Tree Models, Logistic Regression and Pooled Logistic Regression to Predict Recovery in Patients with Sudden Sensorineural Hearing Loss

Razieh Yousefi¹, Mohsen Rahjati Haghi², Azadeh Saki^{3*}

1. Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Health, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran
2. Otorhinolaryngology Department of Qhaem Hospital, Mashhad University of Medical Sciences
3. Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Health, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

Article Info.

Received: 02- Mar- 2025

Accepted: 27- Apr- 2025

Abstract

The present study aimed to predict the recovery of patients with sudden sensorineural deafness using decision tree, logistic regression, and additive logistic regression models. In this study, the data of all patients with sudden sensorineural deafness referred to the ENT department of Ghaem Hospital in Mashhad from 2010 to 2019 were recruited. After preprocessing the data, logistic regression modeling, decision tree, and logistic regression model were performed in the R4.3.2 programming environment. Although the chi-square test in the primary analysis showed that underlying diseases such as high blood pressure and diabetes significantly reduce the chance of recovery, based on the results of the logistic regression model, the variables of age and SRT at the start of treatment were found to be significant. The final variables used in the decision tree also included age, SRT at the start of treatment, and gender of the patients. The additive logistic regression model, like the ordinary logistic regression model, showed that with increasing age and increasing delay in starting treatment, the chance of recovery of patient's decreases. In addition to these variables, having a recent infection and delay in starting treatment were also identified as significant in the additive logistic regression model. Therefore, in the present study, the additive logistic regression model identified more significant variables than the ordinary logistic regression model and the decision tree, which can be considered in predicting response to treatment.

Keywords: Additive Logistic Regression Model, Decision Tree Model, Logistic Regression Model, Sudden Sensorineural Hearing Loss

* **Corresponding Author:** Azadeh Saki. Instructor, Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Health, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran. E-mail: sakia@mums.ac.ir

How to Cite: Yousefi R, Rahjati Haghi M, Saki A. Application of Decision Tree Models, Logistic Regression and Pooled Logistic Regression to Predict Recovery in Patients with Sudden Sensorineural Hearing Loss. *Journal of Student Research Committee Sabzevar University of Medical Sciences*, 2025;30(3): 100-109.

کاربرد مدل‌های درخت تصمیم، رگرسیون لجستیک و رگرسیون لجستیک جمعی برای پیش‌بینی بهبودی بیماران مبتلا به کاهش شنوایی حسی عصبی ناگهانی

راضیه یوسفی^۱، محسن رجعتی حقی^۲، آزاده ساکی^۳

۱. گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

۲. گروه گوش و حلق و بینی، بیمارستان قائم، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، ایران

۳. دانشیار، گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۱۰

چکیده

مطالعه حاضر باهدف پیش‌بینی بهبودی بیماران مبتلا به کاهش شنوایی حسی عصبی ناگهانی با استفاده از مدل‌های درخت تصمیم، رگرسیون لجستیک و رگرسیون لجستیک جمعی انجام شده است. در این مطالعه اطلاعات پرونده کلیه بیماران مبتلا به کاهش شنوایی حسی عصبی ناگهانی مراجعه‌کننده به بخش گوش و حلق و بینی بیمارستان قائم مشهد از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۹ بررسی گردید. پس از پیش‌پردازش داده‌ها مدل‌سازی رگرسیون لجستیک، درخت تصمیم و مدل رگرسیون لجستیک در محیط برنامه‌نویسی R4.3.2 انجام شد. اگرچه آزمون کای اسکور در تحلیل اولیه نشان داد بیماری‌های زمینه‌ای فشارخون بالا و دیابت شانس بهبودی را به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد، بر اساس نتایج حاصل از مدل رگرسیون لجستیک، متغیرهای سن و SRT در شروع درمان معنی‌دار شناخته شدند. متغیرهای نهایی بکار رفته در درخت تصمیم نیز شامل سن، SRT در شروع درمان و جنسیت بیماران بود. مدل رگرسیون لجستیک جمعی همانند مدل رگرسیون لجستیک ساده، نشان داد که با افزایش سن و افزایش زمان تأخیر در شروع درمان، شانس بهبودی بیماران کاهش می‌یابد؛ اما علاوه بر این متغیرها، داشتن عفونت اخیر و تأخیر در شروع درمان نیز در مدل رگرسیون لجستیک جمعی معنی‌دار شناسایی شدند؛ بنابراین در مطالعه حاضر مدل رگرسیون لجستیک جمعی متغیرهای معنی‌دار بیشتری را نسبت به مدل رگرسیون لجستیک معمولی و درخت تصمیم شناسایی کرده است که می‌توان در پیش‌بینی پاسخ به درمان آن‌ها را در نظر گرفت.

کلیدواژگان: کاهش شنوایی حسی عصبی ناگهانی، مدل درخت تصمیم، مدل رگرسیون لجستیک جمعی، مدل رگرسیون لجستیک

. نویسنده مسئول: آزاده ساکی، دانشیار، گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

sakia@mums.ac.ir

استناد به مقاله: یوسفی راضیه، رجعتی حقی محسن، ساکی آزاده، کاربرد مدل‌های درخت تصمیم، رگرسیون لجستیک و رگرسیون لجستیک جمعی برای پیش‌بینی بهبودی بیماران مبتلا به کاهش شنوایی حسی عصبی ناگهانی، مجله کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، پاییز ۱۴۰۴، دوره ۳۰، شماره ۳، صفحات: ۱۰۹-۱۰۰.

مقدمه

در مباحث بالینی همواره علاقه روزافزونی به پیش بینی احتمال رخداد های ناشی از درمان های بالینی وجود دارد. پیش بینی دقیق امکان طبقه بندی بیماران در معرض خطر، شناسایی ریسک فاکتورها و به کارگیری درمان مؤثرتر را فراهم می کند (۱-۷).

کاهش شنوایی حسی عصبی ناگهانی (SSNHL) یکی از بیماری هایی است که اغلب ویزیت فوری پزشک را به دنبال دارد. توصیه های گوناگونی برای تشخیص، مدیریت و پیگیری بیمارانی که با این مشکل مواجه می شوند وجود دارد. شناخت و مدیریت به موقع SSNHL ممکن است بهبود شنوایی و کیفیت زندگی بیمار را بهبود بخشد. پیش آگهی بیماری، به عوامل متعددی از قبیل سن، وجود سرگیجه در شروع بیماری، درجه کاهش شنوایی، وضعیت اودیومتری و فاصله زمانی بین شروع کاهش شنوایی و شروع درمان بستگی دارد (۸-۱۰). مطالعات این حوزه به دنبال نتایجی هستند که با تمرکز بر فرصت های بهبود کیفیت، دقت تشخیصی را بهبود بخشد، مداخله سریع را تسهیل کند، تغییرات را در مدیریت کاهش دهد، آزمایش های و روش های تصویربرداری غیرضروری را کاهش دهد و نتایج شنوایی و توان بخشی را برای بیماران مبتلا بهبود بخشد (۸-۱۰).

با این شرایط محققین همواره به دنبال به کارگیری مدل هایی بوده اند که در پیش بینی نتایج حاصل از یک رخداد یا به کارگیری یک درمان مؤثر باشند. رگرسیون لجستیک یکی از معمول ترین روش ها برای پیش بینی یک رخداد است که کاربرد زیادی در مباحث بالینی یافته است. اخیراً روش های استخراج اطلاعات از قبیل طبقه بندی و درخت های رگرسیونی نیز برای شناسایی افراد در معرض خطر، پیامدهای نامطلوب یا افزایش خطر تشخیص های خاص نیز بکار گرفته می شوند. روش های درخت تصمیم امکان ایجاد قوانینی برای تصمیم گیری را دارند که به راحتی قابل تفسیر هستند و کاربرد آسان دارند و از طرفی تعاملات موجود در داده ها را بکار می گیرند. از طرفی این روش ها در شناسایی زیرگروه های در معرض خطر بالا یا پایین نیز می توانند مفید واقع شوند (۱۱-۱۲).

(۱۳). از دیگر فنون پیشنهادی دیگر که اخیراً مورد توجه محققان قرار گرفته است مدل های جمعی تعمیم یافته است که مدل رگرسیون لجستیک جمعی یکی از انواع این مدل هاست (۱۴).

در رگرسیون لجستیک معمولی فرض می شود رابطه خطی بین متغیرهای مستقل با لگاریتم بخت وجود دارد. علیرغم این محدودیت تئوری، ضرایب این مدل پارامتری می تواند سرنخ هایی در خصوص ارتباط بین موارد دلخواه و احتمالات بخت با وقوع رخداد بیابد. مدل های رگرسیون لجستیک جمعی این مزیت را دارند که برخلاف مدل های رگرسیونی معمول نیاز به برقراری فرض خطی بودن و هموار بودن رابطه بین متغیر پیشگو و پاسخ ندارد و در نتیجه محقق نیاز به تعیین ماهیت رابطه ندارد. از آنجایی که مدل رگرسیون لجستیک جمعی است همانند رگرسیون لجستیک اثر هر متغیر پیشگو به تنهایی به شرط ثابت بودن سایر متغیرها قابل ارزیابی است و این ویژگی باعث شده است این روش در تحقیقات گوناگون و خصوصاً تحقیقات حوزه سلامت مورد توجه قرار گیرد (۱۴-۱۶).

مطالعات گوناگونی به مقایسه عملکرد روش های مختلف فوق پرداخته اند. این مقایسه ها از چند جهت صورت گرفته است. برخی متغیرهای پیشگویی کننده رخداد مورد نظر حاصل از این مدل ها را مقایسه کرده اند (۴-۷). برخی از مطالعات به مقایسه حساسیت و ویژگی این مدل ها پرداخته اند. تعدادی از مطالعات هم دقت پیش بینی را توسط سطح زیر منحنی مشخصه عملکرد مقایسه نموده اند (۱۱، ۱۷، ۱۸). لذا با توجه به وجود مدل های گوناگون و کاربرد هر کدام از آن ها و همچنین اهمیت تعیین مدل مناسب تر در مسائل بالینی، این مطالعه به منظور مقایسه مدل های آماری فوق برای پیش بینی وضعیت بهبودی بیماران مبتلا به کاهش شنوایی حسی عصبی ناگهانی انجام گرفت.

مواد و روش ها

گردآوری داده ها: این مطالعه به صورت تمام شماری اطلاعات پرونده پزشکی کلیه بیماران شناخته شده با

شاخه‌ها (Branches): ارتباط بین گره‌ها را نشان می‌دهند و مسیرهای مختلف تصمیم‌گیری را مشخص می‌کنند.

ساخت درخت تصمیم معمولاً شامل مراحل زیر است:
انتخاب متغیرها: در هر گره، متغیرهایی انتخاب می‌شود که بهترین تقسیم‌بندی را انجام دهد. این انتخاب معمولاً بر اساس معیارهایی مانند انحراف معیار، آنتروپی انجام می‌شود.
تقسیم داده‌ها: داده‌ها بر اساس متغیرهای انتخاب شده به دو یا چند زیرمجموعه تقسیم می‌شوند.

تکرار: این فرآیند برای هر زیرمجموعه تکرار می‌شود تا زمانی که یکی از شرایط توقف (رسیدن به حداکثر عمق درخت، وجود تعداد کافی نمونه در هر گره، عدم وجود متغیرهای جدید برای تقسیم‌بندی) برقرار شود.
 در این روش نحوه تأثیر متغیرهای پیشگو بر بهبود یا عدم بهبودی بیماران مبتلا به کاهش شنوایی حسی عصبی ناگهانی بررسی شد.

رگرسیون لجستیک جمعی یک فن آماری است که رگرسیون لجستیک معمولی را گسترش می‌دهد و به مدل‌سازی روابط بین متغیرهای پیش‌بین و متغیر پاسخ انعطاف‌پذیری بیشتری می‌دهد. این روش به‌ویژه زمانی مفید است که رابطه بین پیش‌بین‌ها و لگاریتم شانس رخداد پاسخ خطی نباشد. استفاده از توابع هموارساز اجازه می‌دهد تا مدل روابط غیرخطی بین پیش‌بین‌ها و لگاریتم شانس‌های پاسخ را که ممکن است رگرسیون لجستیک معمولی از دست بدهد، شناسایی کند. این مدل می‌تواند به‌عنوان یک نقطه شروع مناسب برای تحلیل داده‌ها و پیش‌بینی نتایج عمل کند. در این تحلیل تمام متغیرهای موردنظر با هموارسازی‌های گوناگون و با ترکیب‌های متفاوتی از متغیرها و اثرات متقابل آن‌ها وارد مدل شده و مدل نهایی بر اساس کمترین مقدار آکائیک انتخاب گردید. سپس رده‌بندی با استفاده از مدل نهایی انجام شد.

یافته‌ها

از بین ۳۳۰ بیمار موردبررسی ۲۸۳ مورد (۸۴/۵ درصد) بهبودی گزارش شده بود. از این تعداد ۱۸۹ مورد (۵۶/۴

SSNHL در بخش گوش و حلق و بینی بیمارستان قائم (عج) مشهد از دی‌ماه ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۹ تحت درمان با آستروئید سیستمیک و IT قرارگرفته بودند، انجام شده است. داده‌های ثبت شده در خصوص ویژگی‌های جمعیت شناختی، زمان شروع درمان و اطلاعات شنوایی‌سنجی از اطلاعات ثبت شده در بیمارستان و مطب پزشک متخصص مربوطه استخراج گردید.

پیش‌پردازش داده‌ها: کلیه اطلاعات به لحاظ صحت و دقت در ثبت و اشکالات احتمالی موردبررسی قرار گرفت. جهت انجام تحلیل‌های بعدی کدگذاری‌های لازم انجام شد و متغیرهای جدید در صورت نیاز محاسبه گردید. داده‌های شنوایی‌سنجی بر اساس معیارهای سیگل (۱۵) ارزیابی بهبودی بیماران صورت گرفت. سپس تحلیل‌های تک متغیره به‌منظور شناسایی الگوهای اولیه انجام شد.

تحلیل آماری: در طول سالیانی که از به‌کارگیری روش‌های آماری می‌گذرد، مدل‌های گوناگونی جهت ساخت مدل پیشگو ارائه گردیده است که هرکدام بسته به شرایط مسئله و امکانات در دسترس انتخاب شده و عملکردهای متفاوتی دارند. در این مطالعه مدل‌سازی به روش‌های رگرسیون لجستیک، رگرسیون درختی و مدل رگرسیون لجستیک جمعی و در محیط برنامه‌نویسی R انجام شد.

مدل درخت تصمیم به‌عنوان یکی از روش‌های مهم در تعیین متغیرهای مستقل، حل مسائل طبقه‌بندی و پیش‌بینی مطرح است. روش درخت تصمیم یکی از فنون محبوب در یادگیری ماشین و تحلیل داده‌ها است که به‌منظور طبقه‌بندی و پیش‌بینی استفاده می‌شود. این روش به صورت گرافیکی نمایش داده می‌شود و فرآیند تصمیم‌گیری را به صورت یک درخت ساختاریافته نشان می‌دهد. درخت تصمیم شامل چندین عنصر کلیدی است:

گره‌ها (Nodes) که شامل گره‌های داخلی و گره‌های برگ است:

گره‌های داخلی: نمایانگر ویژگی‌ها یا متغیرهای ورودی هستند که در فرآیند تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرند.
گره‌های برگ: نمایانگر نتایج نهایی یا کلاس‌های هدف هستند. در این گره‌ها، تصمیم نهایی اتخاذ می‌شود.

مردان وجود نداشت ($p\text{-value}=0/495$). سایر مشخصات بیماران در جدول ۱ ارائه گردیده است.

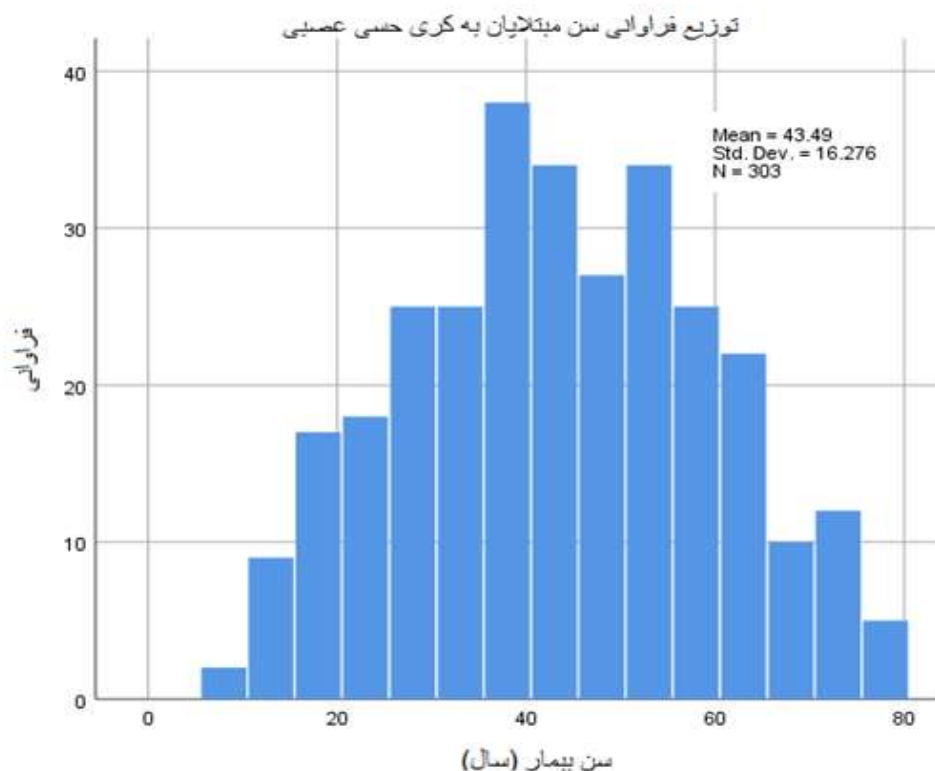
درصد) مرد و ۱۴۵ مورد (۴۳/۳ درصد) زن بودند. میانگین سن در زمان مراجعه ۴۳/۴۹ سال با انحراف معیار ۱۶/۲۸ سال بود. تفاوت معنادار آماری بین سن بیماران در بین زنان و

جدول ۱. ویژگی‌های جمعیت شناختی و بالینی بیماران در زمان شروع درمان

متغیرها	وضعیت بهبودی		p-value
	بله	خیر	
سن	(انحراف معیار) میانگین	(انحراف معیار) میانگین	۰/۱۴۹
تأخیر در شروع درمان	(انحراف معیار) میانگین	(انحراف معیار) میانگین	0/555
جنسیت	مرد	تعداد (%)	۰/۵۴۳
	زن	تعداد (%)	
فشارخون	خیر	تعداد (%)	۰/۰۱۲
	بله	تعداد (%)	
دیابت	خیر	تعداد (%)	۰/۰۰۴
	بله	تعداد (%)	
سیگاری بودن	خیر	تعداد (%)	۰/۱۷۱
	بله	تعداد (%)	
سرگیجه	خیر	تعداد (%)	۰/۷۵۸
	بله	تعداد (%)	
وزوز گوش	خیر	تعداد (%)	۰/۳۶۰
	بله	تعداد (%)	
عفونت اخیر	خیر	تعداد (%)	۰/۵۶۴
	بله	تعداد (%)	
تروما	خیر	تعداد (%)	۰/۶۹۹
	بله	تعداد (%)	
وضعیت SRT در شروع درمان	خفیف	تعداد (%)	۰/۸۹۷
	متوسط	تعداد (%)	
	نسبتاً شدید	تعداد (%)	
	شدید	تعداد (%)	
	بسیار شدید	تعداد (%)	
		تعداد (%)	

مطالعه متغیرهای سن بیماران، SRT در شروع درمان، معنی‌دار شناخته شدند. برآورد ضرایب حاصل در جدول ۲ ارائه گردیده‌اند. تعمیم‌پذیری مدل با استفاده از شاخص‌های صحت، دقت و حساسیت به ترتیب برابر ۸۶/۳۶، ۰/۹۰، و ۹۴/۷۳ درصد به دست آمد.

به‌منظور مدل‌سازی در این مطالعه از ۸۰ درصد مشاهدات (۲۶۳ نفر) به‌عنوان مجموعه داده‌های آموزش و ۲۰ درصد باقیمانده (۷۲ نفر) به‌عنوان داده‌های آزمون استفاده گردید. در این مطالعه در ابتدا مدل رگرسیون لجستیک به‌عنوان روشی قدرتمند برای شناسایی ارتباط بین متغیرهای پیشگو با پاسخ دوحالتی بکار گرفته شد. بر اساس نتایج حاصل از این



شکل ۱. توزیع فراوانی سن بیماران مبتلا به کاهش شنوایی حسی عصبی

جدول ۲. نتایج حاصل از رگرسیون در پیش‌بینی نتیجه حاصل از درمان بیماران کاهش شنوایی حسی عصبی ناگهانی

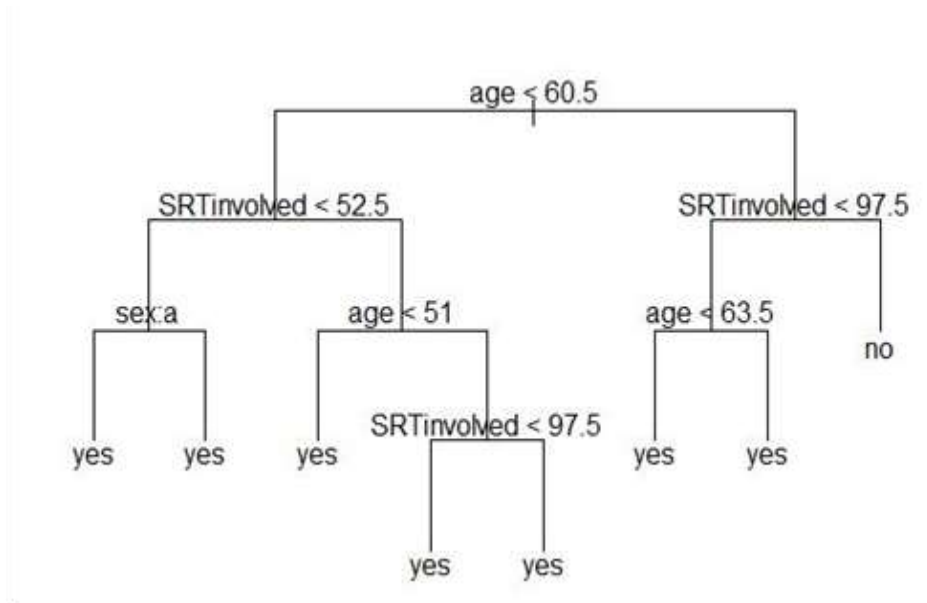
متغیرها	برآورد	انحراف معیار	آماره Z	p-value
جنسیت (زن/مرد)	-۰.۶۰	۱.۰۸	-۰.۵۶	۰.۵۸
فشارخون	-۰.۳۳	۰.۹۱	-۰.۳۷	۰.۷۲
دیابت	-۱.۰۷	۱.۲۳	-۰.۸۷	۰.۳۸
سیگاری بودن	۰.۲۶	۱.۳۰	۰.۲۰	۰.۸۴
سرگیجه	۰.۱۴	۰.۹۰	۰.۱۵	۰.۸۸
وزوز گوش	-۰.۹۵	۰.۷۱	-۱.۳۳	۰.۹۹
عقونت اخیر	۲.۴۵	۱.۳۳	۱.۸۵	۰.۰۶
تروما	-۰.۸۱	۱.۵۸	-۰.۵۲	۰.۶۱
سن	-۰.۱۲	۰.۰۵	-۲.۱۸	۰.۰۱
SRT در شروع درمان	۵.۵۵	۲.۳۳	۲.۳۷	۰.۰۱۸
تأخیر در شروع درمان	-۰.۰۳	۰.۰۲	-۱.۲۹	۰.۲۰

گرفته شده است که تعداد گره‌های پایانی (برگ‌های درخت) در این مطالعه ۷ مورد بود. متغیرهای نهایی بکار رفته در درخت عبارت بودند از سن، SRT در شروع درمان، و جنسیت

مدل بعدی درخت تصمیم بود. نمودار ۲ نمایش گرافیکی درخت تصمیم حاصل را نشان می‌دهد. الگوریتم بکار رفته درخت تصمیم با تعداد ۱۱ متغیر برای برازش مدل در نظر

بیماران. میزان خطای طبقه‌بندی ۹ درصد به دست آمد. در نهایت، درخت تصمیم با استفاده از انحراف و نرخ طبقه‌بندی اشتباه انتخاب گردید. در ادامه برای پیش‌بینی

ماتریس درهم‌آمیختگی محاسبه و پس از محاسبات مربوطه حاصل از این ماتریس خطای مدل ۰/۱۸۱ یا ۱۸ درصد پیش‌بینی شد.



شکل ۲. درخت تصمیم حاصل از رده‌بندی بیماران به لحاظ وضعیت بهبودی

شدند. ضرایب حاصل از مدل نهایی در جدول ۳ ارائه گردیده‌اند. ضرایب رگرسیونی تغییرات لگاریتم بخت عدم پاسخ به درمان برای یک واحد افزایش در متغیرهای پیشگوی کمی و یا تغییر از یک سطح به سطح دیگر برای متغیرهای کیفی را ارائه می‌دهند. بر اساس نتایج حاصل از این مدل در صورت افزایش سن، افزایش فاصله زمانی تا مراجعه و دریافت درمان، شانس بهبودی بیماران کاهش می‌یابد.

در ادامه مدل رگرسیون لجستیک جمعی برای رده‌بندی بکار گرفته شد. به‌منظور اجرای مدل از دو تابع هموارساز spline و lowess استفاده شد که برای اساس نتایج حاصل از مدل‌ها و مقایسه شاخص آکائیک مدل رگرسیون لجستیک جمعی با هموارساز اسپلاین انتخاب گردید. در این مطالعه سه متغیر سن، SRT شروع درمان و فاصله زمانی از رخداد کاهش شنوایی تا درمان به‌عنوان فاکتورهای هموارشده در نظر گرفته

جدول ۳. نتایج مدل رگرسیون لجستیک جمعی در پیش‌بینی درمان بیماران مبتلا به کاهش شنوایی حسی عصبی ناگهانی

برآورد ضرایب پارامتری				
متغیرها	برآورد	انحراف معیار	آماره Z	P-مقدار
جنسیت (زن/مرد)	-۱.۰۷۷	۰.۸۶	-۱.۲۵	۰.۲۱
فشارخون	-۰.۵۳	۰.۷۹	-۰.۶۷	۰.۵۰
دیابت	-۰.۷۹	۰.۸۸	-۰.۹۱	۰.۳۶
مصرف سیگار	۰.۳۶	۱.۰۹	۰.۳۳	۰.۷۴
سرگیجه	۰.۲۰	۰.۷۸	۰.۲۶	۰.۷۹
وزوز گوش	-۰.۹۵	۱.۶۷	-۰.۰۱	۰.۸۹
عفونت اخیر	-۰.۷۶	۰/۴۵	-۱.۶۷	<۰.۰۰۱
تروما	-۰.۲۴	۱.۴۵	-۰.۱۶	۰.۸۹

معنی‌داری تقریبی مؤلفه‌های هموار شده (پارامتری و ناپارامتری)		
P-مقدار (پارامتری)	P-مقدار (ناپارامتری)	
سن	<0.001	۰.۴۳۰
SRT در شروع درمان	۰.۸۹۰	۰.۰۰۷
تأخیر در شروع درمان	۰.۰۰۱	۰.۶۴۰

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که عملکرد پیشگویی مدل کلاسیک رگرسیون لجستیک قابل مقایسه با مدل‌های جدیدتر درخت تصمیم و مدل جمعی است؛ اما باید توجه داشت که درخت تصمیم امکان بررسی معنی‌داری و دستیابی به ضرایب مربوط به تک‌تک متغیرهای پیشگو را فراهم نمی‌کند، درحالی‌که این قابلیت در رگرسیون لجستیک و رگرسیون لجستیک جمعی وجود دارد. در مطالعه اوستین و همکاران (۱۹) نیز که به مقایسه این مدل‌ها در پیش‌بینی مرگ‌ومیر ناشی از سکته مغزی پرداخته‌شده است نتایجی مشابه با مطالعه حاضر در کارایی مدل‌ها ارائه گردیده است.

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از رگرسیون لجستیک سن بیماران و SRT شروع درمان معنی‌دار شناخته شدند به‌طوری‌که با افزایش هر واحد سن بیماران لگاریتم بخت بهبودی کاهش داشت و به ازای هر واحد بیشتر بودن SRT اولیه بیماران لگاریتم بخت بهبودی افزایش نشان داد. مشابه این نتیجه در GAM هم به دست آمد که علاوه بر این‌ها سابقه عفونت اخیر بخت بهبودی بیماران را کاهش می‌داد. در درخت تصمیم نیز سن، SRT و جنسیت فاکتورهای تعیین‌کننده در پیشگویی وضعیت بهبودی بیماران شناخته شدند.

با افزایش مداوم هزینه‌های درمان، مدیریت منابع و تخصیص درمان مناسب و به‌موقع به بیماران همواره موضوع چالش‌برانگیز حوزه بهداشت و درمان بوده است. بررسی عوامل مؤثر بر نتیجه درمان بیماران مبتلا به کاهش شنوایی حسی عصبی ناگهانی و امکان پیش‌بینی نتیجه درمان می‌تواند در تخصیص درمان مناسب و سرعت عمل در اجرای آن مؤثر بوده و نگرانی تحمیل‌شده به بیمار را کاهش دهد. مدل‌های رگرسیونی گوناگونی می‌توانند در این زمینه بکار

گرفته شوند. امروزه با گسترش تمایل محققین به رده‌بندی داده‌ها، کاربرد مدل‌های مختلف در این زمینه موردتوجه قرارگرفته است. این مدل‌ها به دنبال یافتن زیرگروه‌هایی از افراد هستند که ریسک بیماری‌ها یا ریسک عدم نتیجه‌گیری در درمان در آن‌ها بیشتر است. در این مطالعه مدل‌های رگرسیون لجستیک درخت تصمیم و مدل رگرسیون لجستیک جمعی به این منظور بکار برده شد (4-7).

در مطالعه هارادا و کاتو (۲۰) که به مقایسه بین بهبودیافته‌ها و کسانی که تغییری نداشتند پرداخته‌شده بود، سن و فاصله زمانی از شروع کاهش شنوایی تا درمان در یک مدل رگرسیون لجستیک معنی‌دار شناخته شدند که به این لحاظ مشابه نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه بود. در مطالعه مشابه دیگری در مدل پیشگویی بکار رفته توسط سوزوکو و همکاران (۲۱) به بررسی متغیرهای پیشگوی سن، فاصله زمانی سطح شنوایی اولیه و وجود سرگیجه با رگرسیون ساده و چندگانه پرداختند. در رگرسیون خطی ساده ارتباط معنی‌داری بین بهبودی و هر سه متغیر پیشگو یافت شد اما در رگرسیون چندگانه شنوایی اولیه معنی‌دار شناخته نشد. در مطالعه انجام‌شده توسط ناروزنی و همکاران نیز به‌طور مشابه زمان تا دریافت درمان متغیر تأثیرگذار در نتیجه درمان شناخته شد.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج مطالعه حاضر سن و وضعیت شنوایی در شروع درمان عوامل مشترکی بودند که توسط سه مدل پیش‌بینی‌کننده درخت تصمیم، رگرسیون لجستیک و رگرسیون لجستیک جمعی برای پاسخ به درمان کاهش شنوایی حسی عصبی شناسایی شدند. به‌طوری‌که با افزایش سن و بدتر بودن وضعیت شنوایی در شروع درمان شانس بهبودی کاهش می‌یابد؛ اما دو عامل دیگری که توسط مدل

نویسندگان از همکاران محترم معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مشهد قدردانی می‌نمایند.

حمایت مالی

حامی مالی این پژوهش معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مشهد است.

ملاحظات اخلاقی

ملاحظات اخلاقی این طرح در کمیته اخلاق معاونت پژوهشی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی مشهد با کد اخلاق IR.MUMS.FHMPM.REC.1399.654 تأیید شده است.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند هیچ تضاد منافی در این پژوهش وجود ندارد.

لجستیک جمعی شناسایی شدند، ابتدا به عفونت اخیر و تأخیر در شروع درمان بود. با توجه به اینکه تأخیر در شروع درمان و داشتن عفونت اخیر می‌توانند وضعیت شنوایی در زمان شروع درمان را تحت تأثیر قرار دهند، منطقی به نظر می‌رسد که شناسایی این دو عامل که عوامل قابل‌پیشگیری یا قابل درمانی هستند از نقاط قوت مدل لجستیک جمعی نسبت به دو مدل دیگر است. همچنین در تحلیل اولیه آزمون کای-اسکور نشان داد که داشتن بیماری‌های زمینه‌ای دیابت و فشارخون بالا شانس بهبودی را کاهش می‌دهد، اما پس از استفاده از مدل‌های پیش‌بینی کننده و تعدیل روی سایر متغیرهای مخدوش گر همچون سن این دو بیماری زمینه‌ای تأثیر معنی‌داری در پاسخ به درمان نداشتند.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی با کد 991632 در معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مشهد است.



References

- [1]. Li I. Risk adjustment for measuring health care outcomes 2nd edition. Ann Arbor, MI: Health Administration. 1997.
- [2]. Sullivan LM, Massaro JM, D'Agostino Sr RB. Presentation of multivariate data for clinical use: The Framingham Study risk score functions. *Statistics in medicine*. 2004;23(10):1631-60.
- [3]. Iezzoni LI. Risk adjustment for measuring health care outcomes: Health Administration Press Chicago; 1997.
- [4]. Mandavia R, Joshi, N. Hannink, G. Ahmed, M. N. Parmar, D. Di Bonaventura, S. ... & Mehta, N. A prognostic model to predict hearing recovery in patients with idiopathic sudden onset sensorineural hearing loss *JAMA Otolaryngology-Head & Neck Surgery*. 2024;150(10).
- [5]. Park KV, Oh, K. H. Jeong, Y. J. Rhee, J. Han, M. S. Han, S. W. & Choi, J. Machine learning models for predicting hearing prognosis in unilateral idiopathic sudden sensorineural hearing loss. *Clinical and experimental otorhinolaryngology*. 2020;13(2):148.
- [6]. Shon S, Lim, K. Chae, M. Lee, H. & Choi, J. Predicting Sudden Sensorineural Hearing Loss Recovery with Patient-Personalized Seigel's Criteria Using Machine Learning... *Diagnostics*, 2024;14(12).
- [7]. Sun X ZY, Li Y. Predicting the prognosis of patients with sudden sensorineural hearing loss by analyzing the audiometric curve of the unaffected ear. *Front Neurol* 2025;16(1575122).
- [8]. Chou YF, Chen PR, Kuo IJ, Yu SH, Wen YH, Wu HP. Comparison of intermittent intratympanic steroid injection and near-continual transtympanic steroid perfusion as salvage treatments for sudden sensorineural hearing loss. *The Laryngoscope*. 2013;123(9):2264-9.
- [9]. Ferri E, Frisina A, Fasson AC, Armato E, Spinato G, Amadori M. Intratympanic steroid treatment for idiopathic sudden sensorineural hearing loss after failure of intravenous therapy. *ISRN otolaryngology*. 2012;2012.
- [10]. Stachler RJ, Chandrasekhar SS, Archer SM, Rosenfeld RM, Schwartz SR, Barrs DM, et al. Clinical practice guideline: sudden hearing loss. *Otolaryngology—Head and Neck Surgery*. 2012;146(3_suppl):S1-S35.
- [11]. Ennis M, Hinton G, Naylor D, Revow M, Tibshirani R. A comparison of statistical learning methods on the GUSTO database. *Statistics in medicine*. 1998;17(21):2501-8.
- [12]. Nelson LM, Bloch DA, Longstreth Jr W, Shi H. Recursive partitioning for the identification of disease risk subgroups: a case-control study of subarachnoid hemorrhage. *Journal of clinical epidemiology*. 1998;51(3):199-209.
- [13]. Lemon SC, Roy J, Clark MA, Friedmann PD, Rakowski W. Classification and regression tree analysis in public health: methodological review and comparison with logistic regression. *Annals of behavioral medicine*. 2003;26(3):172-81.
- [14]. Hastie TJ, Tibshirani RJ. Generalized additive models: CRC press; 1990.
- [15]. Hastie T, Tibshirani R. Generalized additive models for medical research. *Statistical methods in medical research*. 1995;4(3):187-96.
- [16]. Hastie T, Tibshirani R, Friedman J. The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction: Springer Science & Business Media; 2009.
- [17]. Knuiman MW, Vu HT, Segal MR. An empirical comparison of multivariable methods for estimating risk of death from coronary heart disease. *Journal of cardiovascular risk*. 1997;4(2):127-34.
- [18]. Selker HP, Griffith JL, Patil S, Long WJ, d'Agostino R. A comparison of performance of mathematical predictive methods for medical diagnosis: identifying acute cardiac ischemia among emergency department patients. *Journal of investigative medicine: the official publication of the American Federation for Clinical Research*. 1995;43(5):468.
- [19]. Austin PC. A comparison of regression trees, logistic regression, generalized additive models, and multivariate adaptive regression splines for predicting AMI mortality. *Statistics in medicine*. 2007;26(15):2937-57.
- [20]. Harada H, Kato T. Prognosis for sudden sensorineural hearing loss: a retrospective study using logistical regression analysis. *International Tinnitus Journal*. 2005;11(2):115.
- [21]. Suzuki H, Mori T, Hashida K, Shibata M, Nguyen K-H, Wakasugi T, et al. Prediction model for hearing outcome in patients with idiopathic sudden sensorineural hearing loss. *European archives of oto-rhino-laryngology*. 2011;268(4):497-500.