ارایه‌ی مدلی جهت پیش‌بینی نوسانات فشارخون پس از القای بیهوشی عمومی با داده‌کاوی: *یک گزارش کوتاه*

منیره حسینی *، زهرا منوچهری

گروه مهندسی فناوری اطلاعات، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران.

*نویسنده مسئول: تهران، میدان ونک، خیابان ملاصدرا، خیابان پردیس، پلاک ۷.
تلفن: ۸۴۰۶۳۳۶۲-۰۲۱
E-mail: hosseini@kntu.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۲۴ ویرایش: ۱۴۰۰/۰۷/۰۱ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۲۳ آنلاین: ۱۴۰۰/۱۲/۰۱

چکیده

زمینه و هدف: نوسانات فشارخون پس از القای بیهوشی‌عمومی، نقش معناداری در بروز عوارض در اعمال جراحی داشته است. به‌همین منظور مطالعه حاضر با شناسایی علل رخداد نوسانات فشارخون پس از القای بیهوشی، پیش‌بینی و پیشگیری از آنها صورت گرفته است.

روش بررسی: برای این پژوهش که به‌صورت کوهرت گذشته‌نگر می‌باشد، از روش‌های داده‌کاوی در مجموعه داده‌ای، شامل داده‌های مربوط به ۲۶۴۰ بیمار که از فروردین ۱۳۹۷ تا شهریور ۱۳۹۸ در بیمارستان امام‌خمینی (ره) کرمانشاه که ۱۸ سال و بالاتر داشتند و تحت القاء بیهوشی عمومی با استفاده از پروپوفل و متعاقباً لوله‌گذاری تراشه برای جراحی‌های غیرقلبی قرارگرفتند، استفاده شد.

یافته‌ها: در این مطالعه، از ۵۳ ویژگی پرونده بیماران استفاده شد که برای هر ویژگی مقدار P محاسبه گردید و از پرتکرارترین الگوریتم‌های‌داده‌کاوی جهت پیش‌بینی فشارخون استفاده شد. همچنین، عملکرد الگوریتم‌های پیش‌بینی در داده‌کاوی مورد ارزیابی قرارگرفته شدند.

نتیجه‌گیری: شش ویژگی با P<۰/۰۵ انتخاب شدند که مدل رگرسیون‌لجستیک از دقت بیشتری برخوردار بود که از آن به‌عنوان مدل نهایی پیش‌بینی افزایش نوسان فشارخون با ضرایب مسیر ارایه شد.

کلمات کلیدی: بیهوشی، فشارخون، داده‌کاوی، همودینامیک، پیش‌بینی.

مقدمه

در سال‌های اخیر سعی شده از پیش‌بینی عوامل همودینامیک طی بیهوشی عمومی و نخاعی برای به حداقل رساندن آسیب به بیماران استفاده کنند. سالیانه در حدود ۹۸۰۰۰ مرگ ناشی از خطاهای پزشکی در بیمارستان‌های آمریکا اتفاق می‌افتد. در حدود ۱۷٪ پذیرش‌های بیمارستانی به یک رویداد نامطلوب منتهی می‌شوند.[۱] براساس مطالعات انجام‌شده حدود ۳۰ تا ۷۰٪ خطاهای پزشکی قابل پیشگیری هستند.[۲] بنابراین کنترل عوامل همودینامیک مانند فشارخون، ضربان قلب، اکسیژن خون شریانی و غیره در طی فرآیند عمل جراحی و بیهوشی بسیار حایز اهمیت است. نوسانات فشارخون در حین عمل ممکن است با پیامدهای منفی زیادی همراه باشند، مثلا افت فشارخون می‌تواند باعث آسیب میوکارد، آسیب حاد کلیه و حتی مرگ شود.[۳و۴] در مقابل، لارنگوسکوپی و لوله‌گذاری تراشه به‌طور غالب باعث فشارخون بالا می‌شوند. فشارخون بالا همراه با لوله‌گذاری داخل تراشه ممکن است نتایج منفی مانند انفارکتوس میوکارد، نارسایی قلبی و غیره را ایجاد کند.[۵و۶] بنابراین، جلوگیری از نوسانات همودینامیک، از برخی عوارض زیان‌بخش جلوگیری می‌کند. پیش‌بینی به کمک داده‌کاوی یکی از مرسوم‌ترین تکنیک‌های پیش‌بینی در تحقیقات ۱۰ سال اخیر است. در مطالعات پیشین در

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-25]

زمینه‌های پیش‌بینی تاکی‌کاردی و پیش‌بینی نوسانات همودینامیک کارهایی انجام شده است، اما هدف از این مطالعه، ساخت یک مدل برای پیش‌بینی نوسانات فشارخون پس از القای بیهوشی‌عمومی است. همچنین متغیرهای جدیدی که ممکن است در مدل اثرگذار باشند و تاکنون در کارهای دیگر محققان بررسی نشده‌اند، در مدل اعمال خواهند شد. در ضمن پرکاربردترین الگوریتم‌های یادگیری ماشین بر متغیرهایی که به اهمیت آماری می‌رسند، استفاده و ارزیابی خواهند شد و در نهایت مدلی ارایه داده می‌شود که شامل ویژگی‌هایی است که بیشترین اثر در افزایش نوسانات فشارخون پس از القای بیهوشی‌عمومی در جراحی‌های غیرقلبی را داشتند. طراحی چنین مدل پیش‌بینی می‌تواند بسیار مفید باشد. سوالاتی که در این تحقیق مطرح می‌شوند: ۱- آیا استفاده از ویژگی‌های جدید، موجب بهبود پیش‌بینی خواهد شد؟ ۲- یا به‌کاربردن ویژگی‌های جدید به‌همراه سایر فاکتورها، دقت بالاتری دارد؟ ۳- کدام الگوریتم به‌کار برده شده از دقت بالاتری برخوردار بوده است؟ برای این موضوع در بخش‌های بعد روش بررسی، یافته‌ها، بحث و در نهایت منابع ذکر می‌شوند.

روش بررسی

فشارخون شریانی پایه (پیش‌القایی) به‌عنوان اولین اندازه‌گیری در اتاق عمل در شرایط بیدار تعریف شده است. درحالی‌که فشارخون شریانی پس از القاء (پس از القای بیهوشی) در عرض سه دقیقه پس از لوله‌گذاری تراشه اندازه‌گیری شد. چندین تعریف از نوسانات همودینامیک پیشتر منتشر شده است. با این‌حال، Bijker و همکاران، مجلات مهم را مورد بررسی قراردادند و نتیجه گرفتند که فشارخون پایین با کاهش ۲۰ تا ۳۰٪ میانگین فشارخون شریانی (MAP) تعریف می‌شود.[۷] افزون‌براین، Goldman و همکاران گزارش دادند که مرگ قلبی پس از عمل، به‌طور معناداری با افت ۳۳٪ یا بیشتر در فشارخون سیستولیک حین عمل (SBP) که برای بیش از ۱۰ دقیقه طول بکشد، همراه بوده است.[۸] اندازه‌گیری و ثبت علایم حیاتی از طریق مشاهده و مانیتورینگ و با استفاده از وسایلی مثل ترمومتر، دستگاه فشارسنج و دستگاه مانیتورینگ قلبی تنفسی انجام می‌گیرد. داده‌کاوی یکی از ابزارهایی است که به پزشکان جهت تصمیم‌گیری و سازمان‌دهی داده‌ها کمک می‌کند. الگوریتم‌های داده‌کاوی به دو دسته کلی پیش‌بینی و توصیفی تقسیم شده است. در الگوریتم‌های پیش‌بینی، هدف پیش‌بینی یک ویژگی خاص بر مبنای ویژگی‌های دیگر است. ویژگی پیش‌بینی شونده متغیر وابسته و بقیه متغیرها مستقل نامیده می‌شوند.[۹] در شکل ۱ مراحل تحقیق در قالب نمودار به تصویر کشیده شده است.

برای این تحقیق که به‌صورت کوهورت گذشته‌نگر می‌باشد، از داده‌های مربوط به ۳۱۵۰ بیمار که از فروردین ۱۳۹۷ تا شهریور ۱۳۹۸ در یکی از بیمارستان‌های دولتی، تحت بیهوشی و جراحی قرار گرفتند، استفاده شده است. مجموعه داده‌ای شامل بیمارانی که ۱۸ سال و بالاتر داشتند و تحت آزمایش القاء بیهوشی‌عمومی با استفاده از پروپوفل با لوله‌گذاری تراشه برای جراحی‌های غیرقلبی قرار گرفتند، انتخاب شدند. بیمارانی که لوله‌گذاری نشدند یا داده‌هایی مفقود شده بود و بیمارانی که در طی آزمایشات مکرر تحت لوله‌گذاری قرار گرفتند نیز از مطالعه خارج شدند.

در کل، ۲٦٤۰ شرکت‌کننده در این تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. اطلاعات بالینی بیمار پیش از عمل از سوابق ارزیابی پیش از بیهوشی گردآوری شد. داده‌های حین عمل از سوابق بیهوشی رایانه‌ای به‌دست آمد. سپس با استفاده از SPSS software, version 26 (IBM SPSS, Armonk, NY, USA)، پیش‌پردازش داده‌ها صورت گرفت و پس از آن با استفاده از الگوریتم رگرسیون‌لجستیک مقدار P برای ویژگی‌ها استخراج شد و ویژگی‌های با مقدار ارزش P<۰/۰۵ انتخاب شدند، سپس با به‌کارگیری روش‌های دسته‌بندی الگوریتم‌های درخت تصمیم، رگرسیون لجستیک، شبکه‌های عصبی مدلی برای پیش‌بینی ایجاد شد و در نهایت بهترین مدل پیش‌بینی براساس نتایج برگزیده شد.

یافته‌ها

انواع داده‌های گردآوری شده: ۱- اطلاعات دموگرافیک بیمار شامل جنس، سن، وضعیت تأهل، شغل، سطح تحصیلات، وضعیت سیگاری و وزن است. ۲- اطلاعات مربوط به بیماری همراه شامل سابقه دیابت، هپاتیت، بیماری قلبی، فشارخون، غیره است. ۳- اطلاعات آزمایشگاهی شامل درصد اشباع اکسیژن، فشارخون، ضربان قلب و غیره است. ٤- اطلاعات درمانی شامل تجویز داروهای بیهوشی و داروهای کنترلی است.[۱۰]

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-25]

شکل ۱: گام‌های اصلی تحقیق

جدول ۱: ویژگی‌های مرتبط با افزایش (نوسان فشارخون (≤ ۳۰)) و عوامل بالینی انتخاب شده با P<۰/۰۵

ویژگی‌ها	P*
سن (سال)، **میانه**	۰/۰۰۱
آشنایی پیش از عمل جراحی	۰/۰۳
مصرف داروی ضدافسردگی	۰/۰٤
بیماری ایسکمیک قلبی	۰/۰۳
پروپوفول (mg/kg)	۰/۰۰۰۱>
فنتانیل (µg/kg)	۰/۰۲

* آزمون آماری: Logistic regression، P<۰/۰۵ معنادار در نظر گرفته شد.

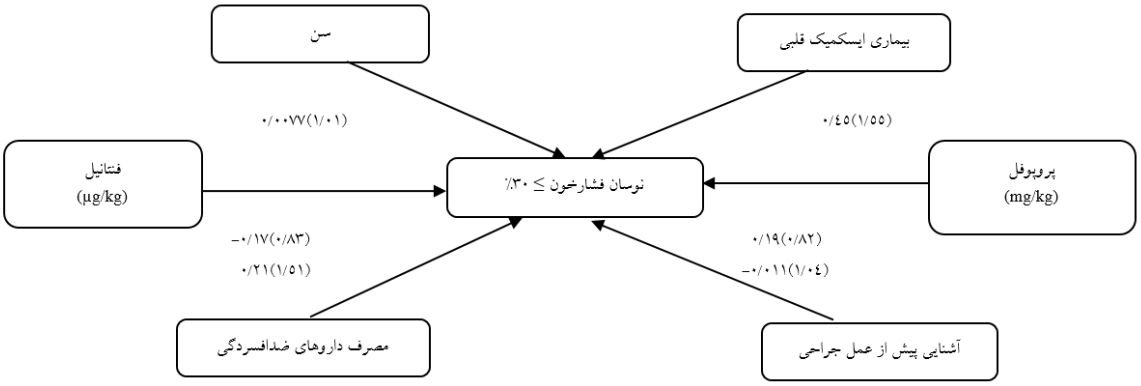
پرونده‌ها شامل اطلاعات دموگرافیک، داده‌های آزمایشگاهی و تاریخچه پزشکی بودند. داده‌های حین عمل از سوابق بیهوشی رایانه‌ای به‌دست آمد. این داده‌ها از سیستم نظارت بیمار و دستگاه بیهوشی به‌طور خودکار در پرونده‌های بیهوشی ذخیره می‌شدند، درحالی‌که دوز دارو و تکنیک‌های بیهوشی به‌صورت دستی ثبت می‌شدند. در اتاق عمل، بیماران در وضعیت خوابیده به پشت خوابانده شدند. داده‌های پایه مانند الکتروکاردیوگرافی و پالس‌اکسی‌متری از سوابق مانیتورهای استاندارد به‌دست آمد. القای بیهوشی‌عمومی توسط پروپوفول (Propofol)، فنتانیل (Fentanyl)، رمیفنتانیل (Remifentanil) و آتراکوریوم (Atracurium) انجام گردید و ادامه آن با بیهوشی استنشاقی (ایزوفلوران) (Isoflurane) انجام شد. انتخاب داروهای القایی و دوزها بستگی به قضاوت بالینی متخصص بیهوشی براساس شرایط پزشکی بیماران دارد. لارنگوسکوپی و لوله‌گذاری داخل دهانی توسط متخصص بیهوشی یا تکنیسین بیهوشی انجام شد.

استخراج ویژگی‌ها: در مطالعات پیشین ٤۸ ویژگی از پرونده بیماران استخراج شده بود، اما در این مطالعه، ۵۳ ویژگی استخراج

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-25]

جدول ۲: نتیجه اجرای الگوریتم‌های پیش‌بینی برروی مجموعه داده جدول ۱

	دقت	حساسیت	شفافیت	معیار اف
رگرسیون لجستیک	۸۳/٦	۰/۹٦	۰/۹٤	۰/۹٦
شبکه‌های عصبی	۷۳/۰	۰/۹۳	۰/۹۱	۰/۹۲
درخت تصمیم	۷۳/۰	۰/۸۹	۰/۸٤	۰/۸



شکل ۲: عوامل پیش‌بینی افزایش نوسان فشارخون با ضرایب مسیر و نسبت شانس (در پرانتز) (n=۲٦٤۰).

شد، چنانچه میانگین فشارخون شریانی (MAP) پیش و پس از القاء بیهوشی ۳۰٪ یا بیشتر، کاهش یا افزایش یافته باشد، نشان می‌دهد که نوسانات فشارخون با افزایش همراه بوده است. رگرسیون لجستیک برای ارزیابی نسبت شانس تنظیم شده (ORS) و فواصل اطمینان ۹۵٪ (CI) استفاده شد. بنابراین متغیر فشارخون به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد. با استفاده از الگوریتم‌رگرسیون P را برای همه ویژگی‌ها به‌دست آوردیم و از بین ویژگی‌ها، متغیرهای با مقدار P<۰/۰۵ کمتر از به‌عنوان متغیرهای اصلی وارد مدل شدند.[11] این ویژگی‌ها در جدول ۱ استخراج شدند. منظور از آشنایی پیش از جراحی، مربوط به بیمارانی است که با محیط اتاق عمل آشنایی داشتند یا سابقه بیهوشی و جراحی داشته‌اند. در مرحله بعد، هدف این است که نتایج اعمال الگوریتم‌های انتخابی پژوهش را روی هر دسته از متغیرها، بررسی کنیم، برای این‌کار سه تا از پرتکرارترین الگوریتم‌ها (به‌ترتیب فراوانی استفاده شدن در مطالعات مرتبط پیشین، عبارتند از رگرسیون‌لجستیک، شبکه‌عصبی (Neural networks) و درخت تصمیم (Decision tree)) مورد بررسی قرار گرفته شدند. براساس معیارهای ارزیابی نشان داده شده در جدول ۲، الگوریتم رگرسیون‌لجستیک عملکرد بهتری داشته است.

ارایه مدل پیش‌بینی: در شکل ۲، مدل پیش‌بینی را با استفاده از الگوریتم رگرسیون‌لجستیک، برای متغیرهای با P<۰/۰۵ انجام می‌دهیم که میزان ارتباط متغیرها با فاصله اطمینان ۹۵٪ استخراج شده‌اند.

بحث

در مطالعه حاضر، شیوع نوسانات همودینامیکی پس از القای بیهوشی‌عمومی در ۲٤٪ از بیماران مشاهده شد که حدودا با سایر

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-25]

مطالعات برابر است. از بین ۵۳ ویژگی مورد بررسی، متغیرهای سن، آشنایی پیش از عمل جراحی، بیماری ایسکمیک قلبی، مصرف داروی ضدافسردگی، دوز پروپوفل و دوز فنتانیل به‌طور قابل‌توجهی با افزایش نوسانات فشارخون همراه بودند. همچنین براساس معیارهای ارزیابی نشان داده شده و مقالات مطالعه شده، متغیرهای با P<۰/۰۵ را در نظر می‌گیریم که در بین این مجموعه داده، الگوریتم رگرسیون‌لجستیک عملکرد بهتری داشته است.

این مطالعه، محدودیت‌های مختلفی دارد. از آنجا که فشارخون پس از لوله‌گذاری به بیشترین مقدار خود رسیده است، ممکن است یک تخمین کمتر از زمان دقیق القا و لوله‌گذاری باشد.[۱۲و۱۳] محدودیت دیگر این مطالعه، این است که اطلاعات نتیجه را نمی‌توان با استفاده از سیستم داده فعلی به‌دست آورد و همکاری با سایر بخش‌های مربوط به تشخیص و درمان در مطالعات آینده بسیار مهم است. از نقاط قوت این تحقیق در مقایسه با تحقیقات مشابه، استفاده از حجم وسیعتر داده و جمعیت بزرگتر مورد مطالعه و جمع‌آوری یکنواخت اطلاعات است. در این تحقیق، برای برآورد پیش‌بینی نوسانات فشارخون از ۵۳ ویژگی استفاده شد که در مقایسه با مطالعات پیشین ویژگی‌های بیشتری مورد بررسی قرار گرفته شدند. همچنین الگوریتم‌های مختلفی ارزیابی شدند و در نهایت، این تحقیق طیف وسیعی از بیماران را از نظر انواع جراحی را شامل شده است.

سپاسگزاری: این مقاله حاصل بخشی از پایان‌نامه تحت عنوان "ارایه مدل داده‌کاوی پیش‌بینی نوسانات همودینامیک پس از القاء بیهوشی" در مقطع کارشناسی ارشد سال ۱۴۰۱-۱۴۰۰ با کد ۱۶۵۰۲۴۴ در بیمارستان امام‌خمینی (ره) کرمانشاه می‌باشد که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه و دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی اجرا شده است.

References

1. Weingart SN, Wilson RM, Gibberd RW, Harrison B. Epidemiology of medical error. *BMJ* 2000;320(7237):774-7.
2. Sari AB, Sheldon TA, Cracknell A, Turnbull A. Sensitivity of routine system for reporting patient safety incidents in an NHS hospital: retrospective patient case note review. *BMJ* 2007;334(7584):79.
3. Group PS, Devereaux PJ, Yang H, Yusuf S, Guyatt G, Leslie K, et al. Effects of extended-release metoprolol succinate in patients undergoing non-cardiac surgery (POISE trial): a randomised controlled trial. *Lancet* 2008;371(9627):1839-47.
4. Monk TG, Bronsert MR, Henderson WG, Mangione MP, Sum-Ping ST, Bentt DR, et al. Association between intraoperative hypotension and hypertension and 30-day postoperative mortality in noncardiac surgery. *Anesthesiology* 2016;124(3):307–19.
5. Edwards ND, Alford AM, Dobson PM, Peacock JE, Reilly CS. Myocardial ischaemia during tracheal intubation and extubation. *Br J Anaesth* 1994;73(4):537-9.
6. Haku E, Hayashi M, Kato H. Anesthetic management of abdominal aortic surgery: a retrospective review of perioperative complications. *J Cardiothorac Anesth* 1989;3(5):587-91.
7. Bijker JB, Van Klei WA, Kappen TH, Van Wolfswinkel L, Moons KG, Kalkman CJ. Incidence of intraoperative hypotension as a function of the chosen definition: literature definitions applied to a retrospective cohort using automated data collection. *Anesthesiology* 2007;107(2):213-20.
8. Goldman L, Caldera DL, Southwick FS, Nussbaum SR, Murray B, O'Malley TA, et al. Cardiac risk factors and complications in non-cardiac surgery. *Medicine (Baltimore)* 1978;57(4):357-70.
9. Ahmad P, Qamar S, Rizvi SQA. Techniques of data mining in healthcare: a review. *Int J Comput Appl* 2015;120(15).
10. Kim H, Jeong Y-S, Kang AR, Jung W, Chung YH, Koo BS, et al. Prediction of Post-Intubation Tachycardia Using Machine-Learning Models. *Applied Sci* 2020;10(3):1151.
11. Kawasaki S, Kiyohara C, Tokunaga S, Hoka S. Prediction of hemodynamic fluctuations after induction of general anesthesia using propofol in non-cardiac surgery: a retrospective cohort study. *BMC Anesthesiol* 2018;18(1):1-10.
12. Dahlgren N, Messeter K. Treatment of stress response to laryngoscopy and intubation with fentanyl. *Anaesthesia* 1981;36(11):1022-6.
13. Helfman SM, Gold MI, DeLisser EA, Herrington CA. Which drug prevents tachycardia and hypertension associated with tracheal intubation: lidocaine, fentanyl, or esmolol? *Anesth Analg* 1991;72(4):482-6.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-25]

TUMJ Tehran University Medical Journal, March 2022; Vol. 79, No. 12: 974-979 Brief Report

Providing a model for predicting blood pressure fluctuations after induction of general anesthesia with data mining: *a brief report*

Monireh Hosseini Ph.D.*
Zahra Manouchehri M.Sc.

Department of Information Technology Engineering, Faculty of Industrial Engineering, Khajeh Nasir al-Din Tusi University, Tehran, Iran.

Abstract

Received: 15 Sep. 2021 Revised: 23 Sep. 2021 Accepted: 12 Feb. 2022 Available online: 20 Feb. 2022

Background: Fluctuations in blood pressure after induction of general anesthesia have played a significant role in complications of surgery. Therefore, the present study was performed by identifying the causes of blood pressure fluctuations after induction of anesthesia, predicting and preventing them.

Methods: For this study which is a retrospective cohort, data mining methods in the data set including the information related to 3150 patients who underwent anesthesia and surgery from April 2018 to September 2019 in Imam Khomeini Hospital in Kermanshah were used. The data set included patients aged 18 years and older (age range of 18 to 96) who underwent a general anesthesia induction test using Propofol and subsequently endotracheal intubation for non-cardiac surgery. If patients did not have intubation, data were missing, or patients underwent intubation after repeated trials, they got excluded. In total, 2640 patients were included in this analysis. Preoperative patient clinical information was collected from pre-anesthesia evaluation records. Intraoperative data were obtained from computer anesthesia records. This data from the patient monitoring system and the anesthesia machine was automatically stored in the anesthesia files, while drug doses and anesthesia techniques were recorded manually. The data were then pre-processed using SPSS software, version 26 (IBM SPSS, Armonk, NY, USA).

Results: In this study, 53 features of patients' records were used (The maximum number of features used in previous studies were 48 features, which compared to them, 5 new features were included in the study) for which a P-value was calculated. Finally, features with a $P<0.05$ (Indicates the level of significance of the variable) were selected. Then, three data mining algorithms, logistic regression, neural networks and decision tree (the most repetitive data mining algorithms based on previous studies) were used to predict blood pressure. Also, using the criteria of accuracy, precision, sensitivity and F function, the performance of three prediction algorithms in data mining was evaluated.

Conclusion: Six features with $P<0.05$ were selected that the logistic regression model was more accurate, which was presented as the final model for predicting increased blood pressure fluctuations with path coefficients.

Keywords: anesthesia, blood pressure, data mining, hemodynamics, prognosis.

*Corresponding author: No. 7, Pardis St., Mulla Sadra St., Vanak Sq., Tehran, Iran.
Tel: +98-34-84063362
E-mail: hosseini@kntu.ac.ir

Copyright © 2022 Hosseini et al. Published by Tehran University of Medical Sciences.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-25]