ניתוח גורמי סיכון ומודל חיזוי לשבץ מוחי: פרויקט במסגרת קורס תכנות מתקדם בפייתון למדעי המוח

מגישים: שגיא חי 322713223, אריאל לנגה 314805201, אופק קליין 323882928

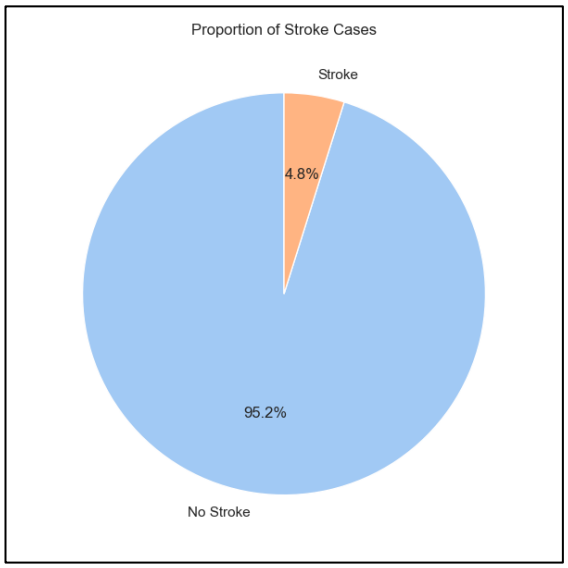
תקציר:

מחקר זה מנתח גורמי סיכון לשבץ מוחי באמצעות מאגר נתונים של 4,981 מטופלים. הניתוח מתמקד בזיהוי ובכימות ההשפעה של גורמי סיכון שונים, תוך הבחנה בין גורמים הניתנים לשינוי וכאלה שאינם ניתנים לשינוי.

מבוא:

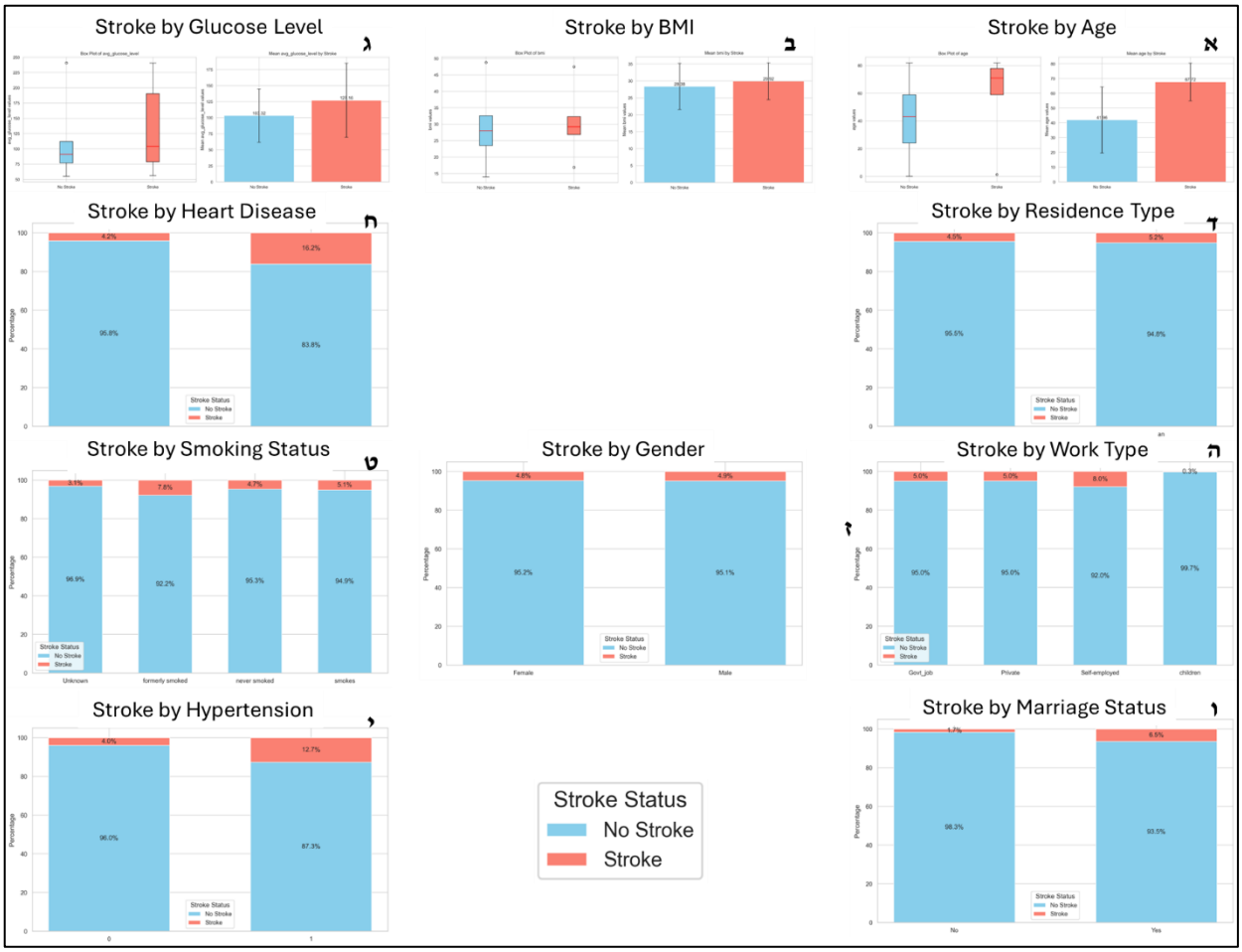
שבץ מוחי הוא אחת הסיבות המובילות לתמותה ונכות ברחבי העולם. זיהוי מוקדם של גורמי סיכון ואפיון מאפייני החולים הנמצאים בסיכון גבוה הם קריטיים למניעה ולטיפול יעיל. מחקר זה מנתח מערך נתונים מקיף הכולל מדדים דמוגרפיים, רפואיים והתנהגותיים.

כפי שניתן לראות באיור 1, רק 4.8% מהמקרים במאגר הנתונים הם מקרי שבץ, עובדה המציבה אתגר מתודולוגי בניתוח הנתונים ובבניית מודל החיזוי.



איור 1: יחס מקרי השבץ בנתונים

סטטיסטיקה תיאורית והתפלחויות של משתני הנתונים ביחס לקבוצות השבץ מוצגות באיור 2. ניתן לראות שוני רב במשתנה **הגיל** (2א), שם הממוצע בקבוצת השבץ הוא 67.7±12.8 שנים לעומת 42.0±22.3 בקבוצה הבריאה. ב-**BMI** (2ב) ההבדל מתון יותר, עם ממוצע של 29.9±5.5 בקבוצת השבץ לעומת 28.4±6.8 בקבוצה הבריאה. ב**רמות הגלוקוז** (2ג) נצפה הבדל עם ממוצע של 127.2±57.8 בקבוצת השבץ לעומת 103.3±41.6 בקבוצה הבריאה, כאשר השונות הגבוהה יותר בקבוצת השבץ מרמזת על השפעה מורכבת של גורם זה. מבחינת **אזור מגורים** (2ד), נצפה הבדל קטן – אחוז מקרי השבץ עבור אזור עירוני הוא 5.2%, ועבור האזור הכפרי 4.5%. עבור **סוג העבודה** (2ה)- שיעור לוקי השבץ הוא 0.3% בילדים, בעצמאים 8.0%, ובקבוצות המגזר הפרטי ועבודות ממשלתיות 5%. ב**מצב משפחתי** (2ו) עלה סיכון גבוה יותר לנשואים 6.5%, לעומת לא נשואים 1.7%. בנוגע ל**מגדר** (2ז) נצפה הבדל מינימלי - גברים 4.9%, נשים 4.8%. **מחלות לב** (2ח) הציגו הבדל משמעותי - 16.2% בחולי לב לעומת 4.2% בבריאים. **סטטוס עישון** (2ט) הראה סיכון גבוה למעשנים לשעבר 7.8% בעוד שעבור מעשנים נוכחיים שיעור זה עומד על 5.1%, ואצל אנשים לא מעשנים 4.7%. **יתר לחץ דם** (2י) הראה סיכון מוגבר לסובלים מלחץ דם גבוה - 12.7% מול 4.0% אצל אלו שלא.



איור 2: סטטיסטיקה תיאורית ופילוחי המשתנים השונים על פי קבוצות שבץ

שיטות:

ניקוי ועיבוד נתונים:

- טיפול בערכים חסרים באמצעות השלמת ממוצע או שכיח (בהתאמה לסוג העמודה) על בסיס סיווג לקבוצות גיל.

- הסרת חריגים (z-score > 3) בעמודות מספריות.

- לקראת שימוש במודל Random Forest בוצעה המרת משתנים קטגוריאליים למספריים ומסד הנתונים פוצל ל features ו target.

ניתוח נתונים וסטטיסטיקה:

עבור כל משתנה בוצע חישוב מתאם בינו ובין עמודת המטרה – 'שבץ'.

- מבחני חי בריבוע למשתנים קטגוריאליים.

- מתאם נקודתי דו-סידרתי למשתנים מספריים (משמש למדידת הקשר בין משתנה דיכוטומי למשתנה רציף).

- בוצע סיווג המשתנים כגורמי סיכון ניתנים לשינוי (רמת גלוקוז, bmi, סטטוס עישון, סוג עבודה ומקום מגורים) או בלתי ניתנים לשינוי (גיל, מגדר, יתר לחץ דם, מחלות לב). המתאמים שחושבו עבור משתנים אלו נסכמו להשוואה בין ההשפעה המצטברת של כל קבוצה על מצב השבץ.

- חושבו מבחני t להשוואת קבוצות מקרי השבץ (1\0) עבור כל עמודה מספרית.

- מספר משתנים בלתי תלויים (גיל, סטטוס עישון ו BMI) נותחו לפי מקרי השבץ בפילוח מגדרי.

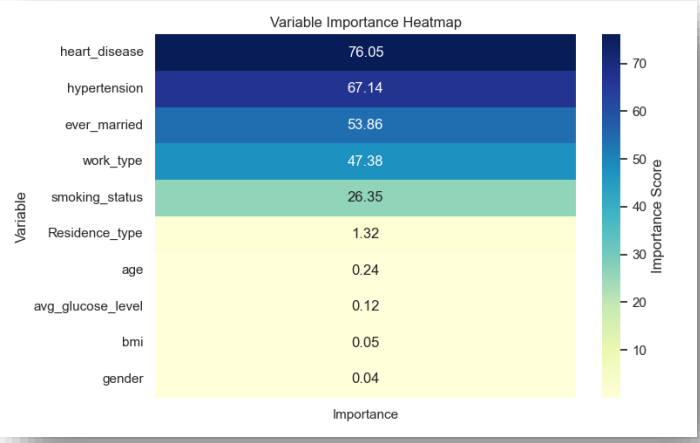
- בוצע שימוש במודל למידת המכונה Random Forest, יחד עם התאמת SMOTE לדאטה לא מאוזן, על מנת ליצור מודל לחיזוי תוצאת שבץ על פי הנתונים.

תוצאות:

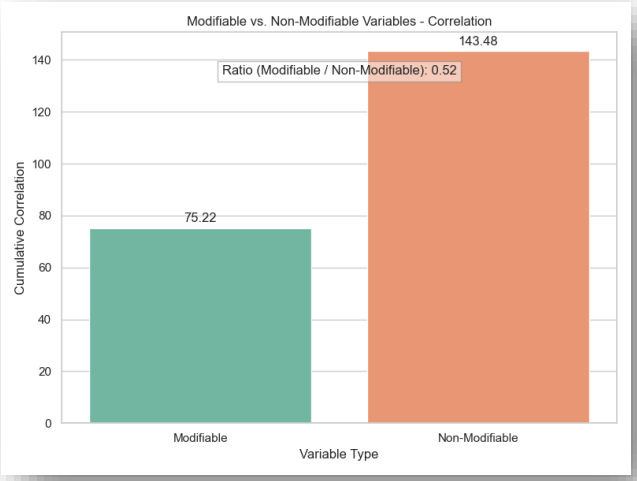
נמצא כי מחלות לב ויתר לחץ דם הם המשתנים המשמעותיים ביותר מבחינת החשיבות היחסית שלהם לשבץ (המוגדרת כמתאם שלהם למשתנה זה), ומציגים ערכים של 76.05 ו-67.14 בהתאמה. זאת בעוד שמשתנים כמו BMI (0.05) ומגדר (0.04) אותרו כבעלי קורלציה מינימלית.

מפת החום באיור 3 מציגה את החשיבות היחסית של כלל המשתנים הבלתי תלויים.

משתנים שאינם ניתנים לשינוי משפיעים כמעט פי שניים מהניתנים לשינוי (143.48 מול 75.22) כפי שמוצג באיור 4.

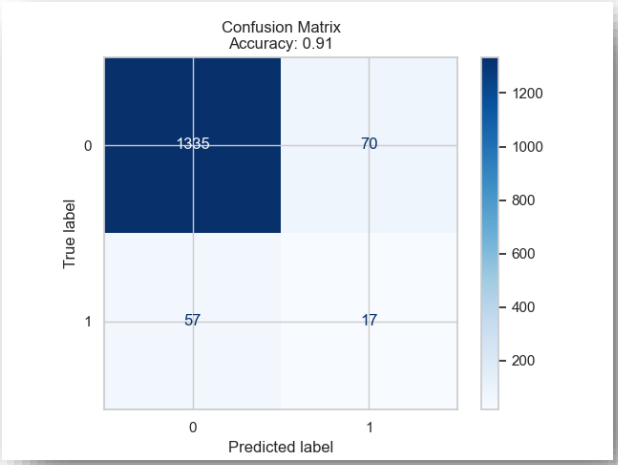


איור 3: מפת חום של החשיבות היחסית של המשתנים הבלתי תלויים, המבוטאת על ידי המתאם שלהם לשבץ



איור 4: מידת ההשפעה המצטברת של משתנים ניתנים ושאינם ניתנים לשינוי על שבץ. חושב על ידי סכימת המתאמים.

מטריצת הבלבול של מודל הניבוי (איור 5) מציגה דיוק (accuracy) של 0.91, אך בשל מדגם לא מאוזן בפועל המודל התקשה לסווג מקרי שבץ. המודל זיהה נכונה 1,385 מקרים של היעדר-שבץ ו-17 מקרי שבץ, אך החמיץ 57 מקרי שבץ (false negative) וסיווג 70 מקרים כשבץ שלא לצורך (false positive). ניתוח ביצועי המודל המפורט בטבלה 1 מחזק את הנתונים הללו - בעוד שהמודל מזהה היטב מקרים שליליים (precision=95.9%, recall=95.0%), ביצועיו בזיהוי מקרי שבץ נמוכים משמעותית (precision=19.5%, recall=23.0%). פער זה משתקף גם במדד ה-F1, העומד על 95.5% למקרים שליליים לעומת 21.1% בלבד למקרי שבץ, ומדגיש את הצורך בשיפור יכולת זיהוי מקרי השבץ.

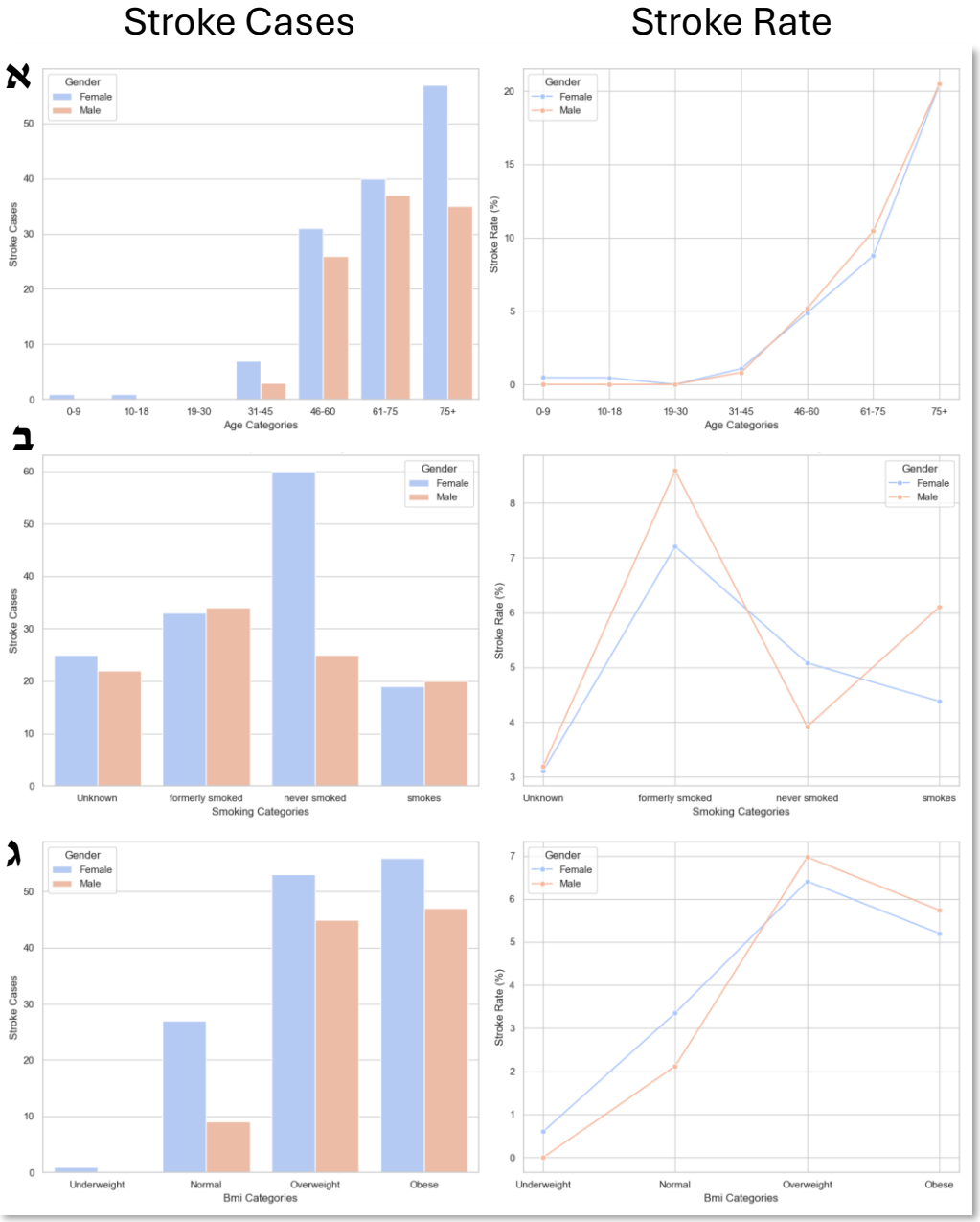


איור 5: מטריצת הבלבול של מודל הניבוי.

support	f1-score	recall	precision	
1405	0.9545942	0.9501779	0.9590517	0
74	0.2111801	0.2297297	0.1954023	1
0.9141312	0.9141312	0.9141312	0.9141312	accuracy
1479	0.5828872	0.5899538	0.577227	macro avg
1479	0.9173984	0.9141312	0.9208434	weighted avg

טבלה 1: דו"ח הסיווג של מודל הניבוי.

איור 6 מציג את ניתוח הקשר בין משתני הגיל, העישון ומדד מסת הגוף (BMI) לשבץ בפילוח מגדרי. בצידו השמאלי של האיור מוצגים מקרי השבץ, ובצידו הימני האחוז היחסי שלהם בכל תת-קבוצה. בהיבט **הגיל** (5א), נצפתה עלייה משמעותית בשכיחות השבץ לאחר גיל 45 בשני המגדרים, כאשר נשים מראות שיעור גבוה יותר במיוחד בגיל 75 ומעלה. דפוס **העישון** (5ב) מציג תמונה מורכבת: בעוד שגברים שעישנו בעבר נמצאים בסיכון מוגבר (כ-9%), נשים שמעולם לא עישנו מציגות שיעור גבוה יותר של מקרי שבץ. בניגוד למצופה, מעשנים פעילים בשני המגדרים מציגים שיעורי שבץ נמוכים יחסית. בבחינת **BMI** (5ג), לא אותרו הבדלים משמעותיים בין גברים לנשים, למעט מקרי שבץ גבוהים יותר עבור נשים בקטגוריית המשקל הנורמלית. עבור שני המגדרים, השכיחות המרבית של שיעור השבץ נצפתה בקטגוריית עודף המשקל.



איור 6: ניתוח הקשר בין משתני הגיל, העישון ומדד מסת הגוף (BMI) לשבץ בפילוח מגדרי.

דיון ומסקנות:

ממצאי המחקר מצביעים על מורכבות הגורמים המשפיעים על הסיכון לשבץ מוחי, עם הבחנה ברורה בין גורמי סיכון ניתנים לשינוי ושאינם ניתנים לשינוי ברמת אורח החיים. ההשפעה המצטברת הגבוהה יותר של גורמים בלתי ניתנים לשינוי (143.48 לעומת 75.22) מדגישה את חשיבות הניטור והמעקב אחר אוכלוסיות בסיכון גבוה, במיוחד אלו הסובלים ממחלות לב ויתר לחץ דם, שנמצאו כגורמי הסיכון המשמעותיים ביותר (76.05 ו-67.14 בהתאמה).

האינטראקציה המורכבת בין גיל ומגדר מצביעה על צורך בהתאמת אסטרטגיות מניעה לקבוצות גיל שונות, במיוחד לאחר גיל 45, שם נצפתה עלייה משמעותית בשכיחות השבץ בשני המגדרים. הממצא המפתיע לגבי שיעורי שבץ נמוכים יחסית במעשנים פעילים לעומת מעשנים לשעבר מעלה שאלות מחקריות מעניינות ועשוי להצביע על הטיה אפשרית במדגם או על גורמים מתערבים שלא נלקחו בחשבון.

עבור מודל החיזוי - שיעור השגיאה הגבוה במקרי השבץ (57 מתוך 74 מקרים, כ-77%) מדגיש את הבעייתיות הקיימת במדגמים לא מאוזנים. בעוד שהמודל מצליח היטב בזיהוי מקרים שליליים לשבץ, הרגישות שלו לזיהוי מקרי שבץ אמיתיים נמוכה משמעותית.

מגבלות המחקר וכיווני מחקר עתידיים:

חוסר האיזון המשמעותי במדגם (4.8% מקרי שבץ בלבד) מהווה מגבלה מתודולוגית משמעותית. מחקרי המשך עשויים להתמקד באיסוף מדגם מאוזן יותר ובבחינת גורמים נוספים כגון היסטוריה משפחתית, תזונה ופעילות גופנית. בנוסף, יש לבחון את האפשרות לשלב שיטות למידת מכונה מתקדמות יותר לשיפור יכולת הזיהוי של מקרי שבץ פוטנציאליים.

בנוסף, קיים מידע מוגבל על התפתחות המשתנים השונים לאורך זמן, ומידע חסר אודותיהם לאור היותם קטגוריאלים ברובם (לדוגמה, סוג מחלת הלב, מדד מספרי למידת לחץ הדם, מידת חומרת השבץ, והאם הוביל למוות לאחר מכן או לא). מידע נוסף יכול לאפשר ניתוח מעמיק והגעה לתובנות ממוקדות יותר.