

השפעתה של תאורה מלאכותית על שינה, שעון ביולוגי ותחלואה

דר' עמית גרין

במהלך שלושת מיליארד השנים האחרונות התפתח שעון ביולוגי פנימי המבוסס על אור השמש כמסנכרון העקרי של הפיזיולוגיה וההתנהגות של האורגאניזמים החיים ע"פ כדור הארץ וזאת בהתאמה למחזוריות הימתית של כ-24 שעות – "מחזוריות צירקדיאנית". (Circadian, מלטינית: "בערך יום").



הפנימי. שיבוש פעולת השעון מתבטא בכך שתאורה מלאכותית אינה מאפשרת את "כיוול" ("צייטגבר" - הגורם החיצוני המכיל את השעון, בגרמנית) שהוא סיגנל האור הדרוש במהלך היום לכיוון של השעון הביולוגי. בנוסף, אור עודף מתאורה מלאכותית בשעות הלילה משבש את הפרשת המלטונין בלילה.

תאורה מלאכותית אשר לא מתאימה או שאינה מתוזמנת עם מחזור אור-חושך עשויה לגרום להפרעות צירקדיות הפוגעות באיכות החיים ומגבירות את הסיכון למגוון של מחלות.

הפרעות הנגרמות מתאורה מלאכותית לא מתאימה, המתווכות בין השאר על ידי הפרעה בהפרשת מלטונין, שיבוש מחזורי השינה והערות, השפעה על טמפרטורת הליבה של הגוף ועל חילוף החומרים, שינוי הוויסות ההורמונלי בגוף, ושיבוש דפוסים של ביטוי גנים.

בשנת 2016 ארגון הרופאים האמריקאי (American Medical Association) AMA פרסם נייר עמדה הקורא להפחית את הנזקים הבריאותיים הנגרמים לאדם בגין חשיפה לתאורה לא מתאימה ומציאת חלופות שלא יפגעו בבריאות.

בתאורה טבעית שמקורה בשמש ביום וירח וכוכבים בלילה, אורכי הגל הקצרים מופיעים ביום, בה בעת שבערב ובלילה מופיעים אורכי הגל הארוכים. השעון הביולוגי - שמכוון על ידי מחזורי אור וחושך - מגיב לא רק לעוצמות האור, אלא גם לאורכי הגל. על כן, חשיפה לאורך גל קצר מעבירה לשעון הביולוגי שלנו

למחזוריות הטבעית של אור וחושך תפקיד מכריע בוויסות של מקצבים ביולוגיים יומיים רבים, המווסתים ומתוזמנים ע"י השעון הביולוגי. חשוב לדעת כי המחזוריות היומית וההשתנות שלה לאורך ימות השנה היא קבועה וידועה ומשמשת את כל האורגאניזמים ע"פ כדור הארץ.

יצד האור עוזר בכיוול השעון הביולוגי?

קולטני אור המצויים ברשתית העין (ipRGC Retinal Photosensitive Intrinsically) מכילים את החלבון מלנופסין, מבחינים באור ומעבירים מידע זה לשעון הפנימי שמפקח על תיפקודים מחזוריים של האדם בכלל ובפרט ע"י ייצור והפרשה של הורמון המלטונין (הורמון השינה), המופרש בלילה ואחראי על השפעות האור על המסלול הנירו-אנדוקריני בגוף.

המשמעות היא שסיגנל של אור הנקלט בעין ומועבר לשעון הביולוגי במוח מכיל את השעון. חשיבותה של יכולת זו, היא בכך שהמחזוריות הפנימית שהתפתחה כתוצאה מהאות "אור-חושך", מאפשרת לאורגניזם להכין את עצמו פיזיולוגית ופונקציונאלית לקראת הזריחה וראשיתו של היום, ובסוף היום בזמן שקיעת השמש ובלילה בהתכוננות לשינוי ולא רק בתגובה אליו.

בניגוד לאור השמש, תאורה מלאכותית היא תופעה של 150 השנים האחרונות, והבעייתיות שבה היא שבמהלך היום היא ב"כ עמומה מידי בהשוואה לאור השמש ולעומת זאת, חזקה מידי בשעות החשכה והלילה ולכן אינה מתאימה מבחינת העוצמה והתזמון למחזוריות הטבעית של אור וחושך ולכן היא משבשבת את השעון

מסר של יום. כלומר, זו תופעה של ערנות ופעילות הנובעות מדיכוי בעוצמה גבוהה בשיעורים של כ-90% בייצור ההורמון מלטונין בבלוטת האצטרובל במוח. תאורה לא מתאימה מתייחסת לפיכך להארת חסר במהלך היום מבחינת העוצמה ואורך הגל (חדרים אפלים וחשוכים מידי ללא חדירה של אור יום). בנוסף, בשעות הלילה הארת יתר מבחינת העוצמה ובעיקר מבחינת אורך הגל בתאורת לד המתאפיינת באורך גל קצר כחול (האופייני לאור הטבעי בבקר) גורמת לשיבוש של הפרשת המלטונין בלילה ושיבוש של פעילות השעון הביולוגי.

נשאלת השאלה, מה הביטוי של הנזקים מחשיפה להארה מלאכותית שאינה תואמת את הפיזיולוגיה ואת הכרונ-ביולוגיה של האדם?

הפרעות שינה והפרעות בתזמון שינה – חשיפה להארה מלאכותית בלילה, גורמת לדחיית שעת השינה ולשינה שטחית ולא מרעננת. מחקרים רבים מצאו, כי חשיפה להארה מלאכותית בעוצמה ובאורך גל קצר (כחול) בסמוך לזמן השינה דחו את זמן השינה, האריכו את משך ההירדמות ופגעו באיכות ויעילות השינה. בנוסף, הארה במהלך השינה בלילה קטעה את השינה והקשתה על היכולת לחזור ולישון. מחקרים שנערכו בשנים האחרונות ובדקו את השפעת האור הנפלט ממסכי לד של מכשירי מדיה דיגיטלית, מצאו שאור זה פוגע בשינה, במחזורי ביולוגיים של מלטונין ובטמפרטורת גוף, וביום שלמחרת לעייפות והפרעה בתפקודי קשב וריכוז. האור הנפלט ממסכים מתאפיין בכך שהוא אור באורך גל קצר (כחול) שהעין רגישה אליו, לכן חשיפה אליו בשעות הערב והלילה משפיעה על השעון הביולוגי והשינה.

מחקרים בקרב עובדי משמרות החשופים להארה מלאכותית בלילה, הראו השפעה מזיקה על בריאותם המתבטאת בפיתוח עמידות לאינסולין, עלייה בלחץ הדם, שכיחות גבוהה של מחלות לב כליליות (מחלות שבהן יש היצרות של כלי הדם המספקים דם ללב) ואוטם שריר הלב. תחלואה מוגברת יכולה לנבוע מהשפעות פיזיולוגיות ישירות או בלתי ישירות של חשיפה לאור, וכתוצאה מהיעדר שינה. בנוסף, ידוע כי חסך שינה מתמשך משנה באופן מובהק את הפרמטרים המטבוליים והאנדוקריניים הקשורים להשמנה ולסוכרת.

הפרעות מטבוליות – אנרגיה מטבולית יעילה היא רכיב קריטי לתפקודים פיזיולוגיים. הפרעות לתפקוד יעיל של תהליכי חילוף החומרים עשויות להביא למגוון תחלואות כגון: השמנה, סוכרת ומחלות לב. מחקרים אחרונים הראו, כי להארכת משך החשיפה לאור מלאכותי השפעה על מערכת חילוף החומרים באופן ישיר, ועל התחלואות המתפתחות בסופו של תהליך. חשיפה לתאורה קבועה בלילה, הידועה כמשבשת את הפרשת מלטונין נתגלתה כמזרזת שינויים בחילוף החומרים.

נמצא כי מלטונין משפיע על ויסות מסת הגוף, על יעילות תפקודי המעי, על קצב חילוף החומרים, על ייצור חום ועל שיחלוף האנרגיה ATP. חשיפה ממושכת לאור, שאינו חלק מהמטטר הטבעי, יוצרת שינוי תפקודי בתהליך הבסיסי של הפקה וניצול של אנרגיה.

הפרעות לבביות וכלי דם – שינויים במשטר התאורה והתזמון שלה ובעקבותיה כאלו שאינם תואמים את משטר התאורה הטבעי, נמצאו קשורים למחלות לב כליליות. בקרב מטופלים בעלי מחלות לב כליליות נמדדו רמות מלטונין נמוכות יותר בלילה באופן מובהק לעומת קבוצת בקורת שלא סבלו ממחלות לב. מלטונין מפחית את פעילות מערכת העצבים הסימפתטית, השפעה שעשויה להימצא מועילה למערכת הלבבית. מאחר שחשיפה לאור מדכאת ייצור והפרשה של מלטונין, הולך ומתבהר הקשר בין חשיפה לאור במהלך הלילה לבין מחלות לב.

העלאת הסיכון לסרטן ועקה חמצנית – מצב בו קיים בגוף חוסר איזון בין הרדיקלים החופשיים ובין נוגדי החמצון, מביא לכך שהגוף אינו יכול להתמודד בצורה ראויה עם כמות הרדיקלים החופשיים. עקה חמצנית נוצרת כאשר כמות הרדיקלים החופשיים גוברת על נוגדי החמצון. העקה נגרמת משום שמנגנונים פיזיולוגיים האחראים על מאזן נוגדי החמצון בתוך

הגוף נפגמים, כך שהגוף מתקשה להתמודד עם גורמים שונים העלולים לפגוע במבנה התא ובתפקודו. כשעקה חיצונית מתמשכת, נגרם נזק מצטבר לתאים. מלטונין הוא נוגד חמצון מוכר שיש לו תפקיד בויסות הייצור והפעילות של אנזימים נוגדי-חמצון כגון גלוטתיון.

חשיפה לאור בשעות הלילה פוגעת בייצור והפרשה של מלטונין, עשויה להוביל לעקה חמצנית שתתבטאת בנזק לתאים של מערכת החיסון ורקמות אחרות בגוף, עלייה בשכיחות סרטן והאצה בתהליכי הזדקנות פיזיולוגיים. כעת ידוע כי שלל תהליכים נוגדי חמצון עשויים להשתבש כתוצאה מחשיפה לאור מלאכותי בשעות הלילה. מחקרים מצאו כי מלטונין סייע בהפחתת רמות התפשטות התאים, והגביר ריכוזים של חומרים נוגדי גידולים ורעלים.

מלטונין עשוי לשנות את האיזון התוך-תאי מהתפתחות מואצת לחלוקה, כך שהוא מסוגל למנוע גידולים. מחקרים מראים כי למלטונין השפעה ישירה על גידולים סרטניים ועל התפשטותם. מחקר שנערך בישראל הראה, כי אזורים בהם היה "זיהום אור גבוה" בשעות הלילה, נמצאה שכיחות גבוהה של סרטן שד בנשים וסרטן הערמונית בקרב גברים. מחקרים נוספים הראו קשר בין חשיפה לאור מלאכותי, לבין הסיכון לחלות בסוגי סרטן שונים בקרב בני האדם ובעיקר בקרב עובדי משמרות.

כיצד ניתן להתמודד עם ההשלכות של "זיהום אור" מלאכותי?

ברור לכולם כי לא נחזור לחיות בחושך, ברם, ברור שצריך לחפש פתרונות לבעיה ולהשלכות הבריאותיות שלה. ראשית, מודעות לבעיה בקרב הציבור היא השלב הראשון בתהליך. לסוגיית תת-חשיפה להארה במהלך היום יש לעודד פעילות בחוץ בשעות הבקר, בניית מבנים שמאפשרים כניסת אור שמש לבית, תכנון תאורה שתספק עוצמת הארה ואורך גל מתאים וכו'. לעניין עודף הארה בלילה, יש להפחית את עוצמת ההארה בשעות הלילה במרחב הפרטי והציבורי לנדרש, להקפיד על תכנון תאורה בעלת אורך גל ארוך ועוצמה נמוכה. הימנעות מחשיפה למסכים בשעות הערב והלילה ו/או שימוש באפליקציות שמסננות אור קצר גל (אור כחול). בנוסף, ניתן לעשות שימוש בעדשות משקפיים המפחיתות את החשיפה לאור הכחול ע"י סינון אורכי גל קצרים בעלי אנרגיה גבוהה עד לאורכי גל של 420nm, וזאת בעיקר בשעות הערב והלילה ובמקרים של עבודה ממושכת מול מסכי מחשב. עדשות מסוג זה חוסמות ומפחיתות חשיפה לאורכי הגל הקצרים. הסינון יכול להתבצע ע"י חסימה בחומר הגלם של העדשה, או ע"י הוספת ציפוי מיוחד הנצמד לעדשות משקפים ודוחה את מעבר אור הכחול.

לסיכום:

קיימים מנגנונים פיזיולוגיים שמאפשרים לנו לסנן את השעון הפנימי לשעון החיצוני היממתי של מחזוריות אור וחושך. בעולם המודרני, קיימת בעיה של "זיהום אור" כתוצאה מתאורה מלאכותית שאינה תואמת את מחזוריות האור והחושך הטבעית ולכן, נוצר מצב של תת-חשיפה לאור במהלך היום ועודף חשיפה לאור במהלך הלילה. חוסר הסנכון של התאורה המלאכותית משבש את השעון הביולוגי ואת הפרשת ההורמון המלטונין וההשלכות של כך הן תחלואה נלווית הנגרמת משיבוש השעון הביולוגי.

ד"ר עמית גרין

מומחה לשינה והפרעות שינה, מערך השינה אסותא מרכזים רפואיים

